

71.00 - 12

I. e. 15

127.4



T R A I T É  
D E  
L'HORLOGERIE,  
MÉCHANIQUE ET PRATIQUE.

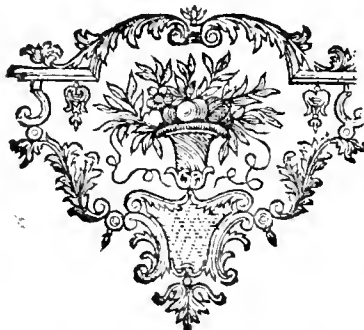
A P P R O U V É

PAR L'ACADEMIE ROYALE DES SCIENCES,

Par THIOU T l'aîné, Maître Horloger à Paris, demeurant Quay  
Pelletier, Horloger ordinaire de S. M. C. la Reine Douairiere  
d'Espagne, & de S. A. S. Monseigneur le Duc d'Orleans.

A V E C F I G U R E S.

T O M E P R E M I E R.



A P A R I S ;

Chez { CHARLES MOETTE, ruë de la vieille Bouclerie, à Saint Alexis.  
PRAULT Pere, Quay de Gèvres, au Paradis.  
HYPPOLITE - LOUIS GUERIN, ruë Saint Jacques, à  
Saint Thomas d'Aquin.  
PIERRE CLEMENT, Quay de Gèvres, près du Pont Notre-Dame.  
PIERRE-ANDRÉ DEBATS, Grande Salle du Palais, vis-à-vis  
l'Escalier de la Cour des Aydes, à Saint François.  
LOUIS DUPUIS, à la Fontaine d'Or, proche la Fontaine  
Saint Severin.  
CHARLES-ANTOINE JOMBERT, ruë Saint Jacques, près les  
Mathurins.

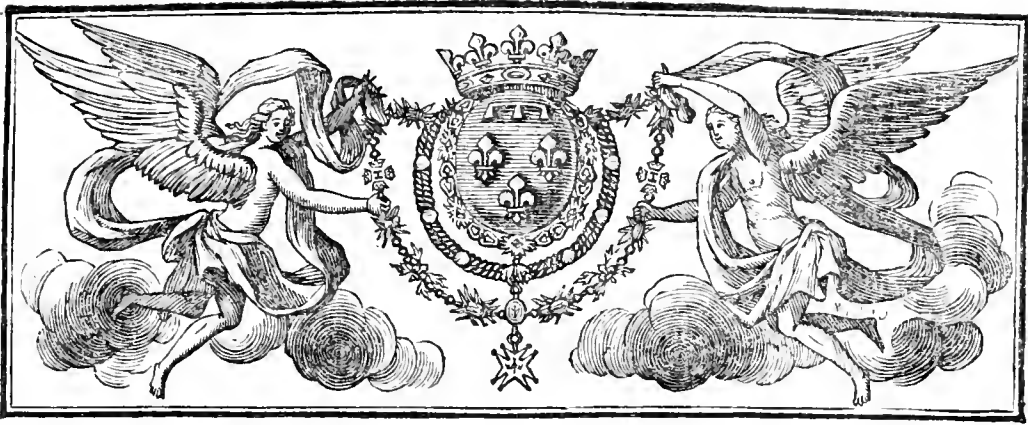
---

M D C C X L I.

A V E C A P P R O B A T I O N E T P R I V I L E G E D U R O Y.







A

SON ALTESSE SERENISSIME  
MONSEIGNEUR  
*LE DUC D'ORLEANS,*  
PREMIER PRINCE DU SANG.

MONSEIGNEUR;



*A respectueuse reconnoissance que j'ai des bontés  
dont il a plû à VOTRE ALTESSE SERENISSIME de  
me combler en m'honorant du Brevet de son Horloger ordinaire,*  
à ij

## E P I S T R E

*m'antorise à lui dédier le Traité d'Horlogerie Mécanique & Pratique , que je prends la liberté de lui présenter. Il est vrai , MONSEIGNEUR , que c'est un foible témoignage pour tant de graces que je recois tous les jours de V. A. S. lorsqu'Elle veut bien m'honorer de ses ordres , mais j'espere que la nouveauté de l'Ouvrage pourra le lui faire agréer, & que s'il est assez heureux pour mériter son approbation , il en sera beaucoup mieux reçu du Public , qui connoît parfaitement le profond sçavoir & le juste discernement de V. A. S. dans tout ce qui concerne les Arts & les Sciences. D'autres qualitez plus essentielles fourniroient abondamment de quoi exercer la plume de ceux qui , comme moi , ne sont pas réduits à ne sçavoir manier que le Compas & la Lime , & si je ne m'étends pas d'avantage , MONSEIGNEUR , sur vos Eminentes Vertus , ma foiblesse & mon impuissance en sont la seule cause , & non mon zele. Vous me permettrez du moins de donner ici des marques publiques du très-profond respect avec lequel je suis ,*

*MONSEIGNEUR ,*

DE VOTRE ALTESSE SE'RE'NISSIME,

Le très-humble & très-obéissant serviteur ,  
THIOUT l'aîné.



## P R É F A C E.

**D**E tous les Arts qui ont raport aux Mathematiques, celui de l'Horlogerie est un de ceux qui excite le plus la curiosité des Sçavans, parce qu'il est des plus beaux & des plus utiles. On a cependant si peu travaillé à faire part au Public de ses productions, qu'on ne peut en être entierement satisfait.

Pour en avoir une connoissance plus étenduë, je me suis proposé, dans cet Ouvrage, de donner ce qui pourroit mériter l'attention des Curieux. J'avouë que ce n'est pas une petite entreprise, par la quantité de matieres différentes, par sa difficulté, & par celle de manier également la Plume & la Lime; mais comme je me suis flatté qu'on ne demanderoit à un Artiste que ce qui concerne sa Profession, j'ai crû avoir assez de connoissance dans cet Art pour en donner la plus grande & la plus intéressante partie. Il est même suffisant pour faire entendre cette matiere de faire simplement l'explication de la construction & des effets de chaque Piece; de faire observer les avantages & les défauts qui peuvent en résulter; de donner les noms & les termes de chacune de ces Pieces avec ceux de tous les Outils qui dépendent de l'Art; de décrire la méthode que la plus grande partie des Maîtres pratiquent dans l'exécution de leurs ouvrages; d'apprendre les vrais principes & les regles de l'Art dont ils se servent, fondés sur les loix de la Géometrie, de la Statique & des Méchaniques; & enfin de rendre public les Ouvrages les plus ingénieux & les plus intéressans qui sont venus à ma connoissance.

Voilà en abrégé ce que j'ai crû nécessaire & suffisant pour un *Traité d'Horlogerie Mécanique & Pratique*. J'espère que ceux qui seront sans partialité & de bonne foi, trouveront de quoi se satisfaire dans cet Ouvrage. Dans les différentes Pièces qui le composent, je cite le nom des Auteurs, autant que je les ai connu; le mérite que l'on reconnoîtra dans leurs productions, fera en même tems leur éloge.

J'ai crû pouvoir mettre mon nom sur les Pièces de ma composition, même sur celles que j'ai seulement perfectionnées, en indiquant cependant ce qui étoit de moi, & ce qui n'en étoit point: Il m'a paru naturel que chacun marque ses Ouvrages à son coin; mais je ne crois pas qu'on puisse m'accuser de m'en être approprié qui ne soient pas de moi, dans l'un ou l'autre des deux cas ci dessus marqués. Je raporte fidelement ce que j'ai trouvé dans différens Auteurs, qui m'a paru convenir à mon sujet, notamment plusieurs bonnes Définitions que j'ai tiré du *Dictionnaire des Arts*, qui trouveront ici leur vraie place.

S'il arrivoit, ce que je ne prévois pas, que les observations & les remarques que j'ai faites sur différens ouvrages vinssent à déplaire aux Auteurs dont il seroit question, je déclare & je les prie instamment d'être persuadé que je n'ai rien avancé pour leur faire de la peine, ni encore moins pour ternir leur réputation, mais seulement parce que j'ai crû être obligé de le faire pour concourir à la perfection de l'Art. Si j'entre dans certains détails qu'on pourra, peut-être, regarder comme inutiles, c'est que j'ai crû qu'il valoit mieux s'étendre un peu plus au long, que de passer légèrement sur des Pièces qui m'ont paru mériter quelques attentions particulières; je suis même persuadé qu'il pourra encore y avoir quelques personnes, qui trouveront que je ne me suis pas assez expliqué.

## P R E F A C E.

Dans la description que j'ai faite des Cadratures de Répétition, j'ai crû qu'il étoit suffisant de détailler la première, & de ne parler dans les suivantes, que des changemens ou corrections qui y ont été faits; j'en ai agi de même dans les Echapemens; c'est pourquoi si l'on trouvoit quelque difficulté pour concevoir la Méchanique de ces Machines, on aura recours à la première de ces descriptions.

Si l'on se plaint de ce que j'ai rapporté plusieurs Pièces qui ne sont point en usage, j'ai crû avoir plusieurs raisons pour le faire. 1°. C'est pour que personne ne perde son tems à les exécuter; ce tems pouvant être employé à des découvertes plus utiles. 2°. Quoique ces Pièces ne soient pas bonnes dans leurs principes, elles ne laissent pas d'être ingénieuses, & peuvent procurer des idées pour en former d'autres plus avantageuses. 3°. Pour faire cesser l'ambition des Plagiaires, qui rapportent souvent des Méchaniques abandonnées, qu'ils débitent comme nouvelles, pour s'acquérir une réputation qu'ils ne méritent point envers le Public, dont ils trompent ainsi la confiance. 4°. Pour faire plaisir à ceux qui sont de bonne foi, & qui pouvant avoir les mêmes idées des Anciens, croiroient donner comme nouveau, ce qu'ils ne connoissoient pas, & qui a été abandonné. 5°. C'est que si l'Art de l'Horlogerie est parvenu à un si haut degré de perfection, on ne peut l'attribuer qu'aux vices des premiers ouvrages qui ont contribué à la correction des seconds; ainsi il étoit intéressant de connoître la composition de ces premiers pour en éviter les défauts dont ils sont ordinairement accompagnés.

Je ne prétens pas, cependant, que ce Recueil contienne toutes les différentes constructions d'ouvrages dont on s'est servi dans l'Horlogerie; ce me seroit une

## P R E F A C E.

témérité de l'entreprendre , puisqu'un seul homme ne peut pas tout connoître. Il faudroit pour cela que tous les Horlogers & les Curieux de l'Art qui connoissent celles dont je n'ai point fait mention , voulussent les donner gratuitement ; mais il y a trop de personnes qui pensent différemment , & qui prétendent même se faire honneur de cacher à la posterité ce qu'ils ne tiennent souvent que du hazard. Il y a encore beaucoup de belles choses perduës pour être tombées en mains de gens qui n'en connoissent pas le mérite , ou qui n'ont pû en faire part au Public , faute d'occasion favorable. Ainsi on ne trouvera donc dans ce Recueil , que celles qui ayant été les plus pratiquées , me sont les mieux connuës ; & celles dont les personnes zelées pour l'Art , ont bien voulu me faire part.

Si par erreur je suis tombé dans quelques fautes , je suis prêt à les corriger & à me retracter , sitôt qu'on me les fera connoître ; c'est pourquoi je prie ceux qui liront ce Traité de vouloir bien me faire l'honneur de me communiquer leurs observations.

*J' Ai reçu trop tard une Détente de Réveil très-ingénieuse , une Cadrature de Pendule d'Equation , & un Globe Celeste , nouveau , que je n'ai pû inserer ici. Ces Ouvrages ont été inventés par le Sr. Jean - Baptiste Catin , du Fort du Plane en Franche-Comté ; & le Globe que l'on trouvera dans le Recueil des Machines de l'Académie Royale des Sciences , a été imaginé par M. l'Abbé Outhier , & executé par le Sr. Catin.*

## A V E R T I S S E M E N T.

*Il est nécessaire avant de lire l'Ouvrage , de corriger les principales fautes qui se sont glissées dans l'Impression , elles sont marquées dans l'Errata.*

TABLE



# TABLE DES MATIERES

## CONTENUES EN CE TRAITÉ.

### TOME PREMIER.

<b>M</b> Arteaux, Tas, Enclumes, Bigornes, Cisailles, Chalumeaux, Racloirs, Compas à coulisse, Scies, Tours, &c.	Pages 30. 31. & 32.
Tenailles à vis & à boucles, Presse à river les Rouës, Cuivreux, différentes Limes,	33
Egalissoirs, Echantillon pour égaliser les dents des rouës de rencontre, & differens autres petits Outils à l'usage de l'Horlogerie,	34
Compas ordinaire, & differens autres Compas,	35
Platte-forme pour égaliser les rouës de rencontre, avec les Outils qui en dépendent,	35
Platte-forme pour prendre des grosseurs de Pignons ou la grandeur des rouës, le Pignon étant donné, & differens autres Outils servans à l'Horlogerie,	36
Outil pour mettre les Ressorts de Montre & de Pendule dans les Barillets,	37
Machine pour égaliser une Fusée dans sa Cage sans la démonter, & autres Outils,	38
Poupée d'un Tour en l'air, Machine pour polir des Marteaux de Répétition, des faces de pignons,	39
Addition à la Machine à fendre les rouës sans platte forme,	40
Machine à dossier pour fendre les pignons,	42
Machine ordinaire pour fendre les rouës & les pignons,	43
Machine à fendre les rouës par le S. Sully,	46

T A B L E D E S M A T I E R E S .

<i>Machine à fendre une infinité de nombres , &amp; Table à cet usage ,</i>	53 jusqu'y compris 64
<i>Machine à fendre &amp; à égaliser les rouës de rencontre &amp; les rochers de Pendule ,</i>	65
<i>Machine à tailler des Fusées à droite &amp; à gauche ,</i>	66
<i>Machine pour tailler des Fusées ,</i>	68
<i>Autre Machine pour tailler des Fusées ,</i>	69
<i>Machine qui sert à plusieurs operations d'Horlogerie ,</i>	73
<i>Autre Machine pour trouver la longueur des Palettes d'un Balancier ,</i>	76
<i>Autre Machine pour trouver la longueur des Palettes ,</i>	77
<i>Machine à engrenage employé à plusieurs usages ,</i>	79
<i>Autre Machine à engrenage ,</i>	80
<i>Machine à tailler les Limes ,</i>	81
<i>Machine à fendre les Rouës de rencontre enarbrés ,</i>	82
<i>Machine pour polir les Ressorts de Cadran ,</i>	85
<i>Machine à faire les Engrenages de Montre ,</i>	87
<i>Explications de plusieurs Echapemens d'Horloges &amp; de Montres ,</i>	90
<i>Echapement à ancre pour les Pendules à Secondes , &amp; démonstration à ce sujet ,</i>	92
<i>Démonstration pour former l'ancre d'un Echapement à Rocher ,</i>	93
<i>Echapement à deux Pendules ,</i>	99
<i>Echapement à Manivelle ,</i>	99
<i>Autre Echapement sur le même principe ,</i>	100
<i>Pendule circulaire ,</i>	100
<i>Echapement à deux Leviers , &amp; regle pour tracer cet Echapement ,</i>	100
<i>Autre Echapement sur le même principe ,</i>	101
<i>Echapement à Patte-de-Taupe ,</i>	101
<i>Régulateur ,</i>	101



T A B L E D E S M A T I E R E S.

<i>Echappement d'un composé inutile ,</i>	101
<i>Echappement à une seule Palette ,</i>	101
<i>Echappement à deux Balanciers qui peuvent battre les Secondes ,</i>	102
<i>Autre Echappement du S. J. B. Dutertre ,</i>	102
<i>Echappement à repos pour les Pendules à Secondes ,</i>	103
<i>Echappement du S. Sully ,</i>	103
<i>Régulateur de cet Echappement ,</i>	104
<i>Echappement à pirouette ,</i>	105
<i>Echappement à une seule palette ,</i>	105
<i>Autre Echappement sur le même principe ,</i>	106
<i>Autre Echappement à une palette ,</i>	106
<i>Echappement de Montre du S. Graham ,</i>	106
<i>Echappement de Montre à deux repos ,</i>	108
<i>Echappement du S. Fnderlin ,</i>	108
<i>Autre Echappement sur le même principe .</i>	109
<i>Echappement du S. Vergo ,</i>	109
<i>Echappement de Montre ,</i>	110
<i>Echappement d'Allemagne ,</i>	110
<i>Palettes raportées ,</i>	110
<i>Echappement à repos pour les grosses Horloges ,</i>	110
<i>Autre Echappement sur le même sujet ,</i>	111
<i>Autres Echappemens sur le même principe ,</i>	111
<i>Autre Echappement sur le même principe ,</i>	111
<i>Echappement sur le même principe ,</i>	112
<i>Echappement à repos avec des chevilles ,</i>	112
<i>Echappement à repos ,</i>	112
<i>Echappement de grosses Horloges ,</i>	112
<i>Autre Echappement sur le même principe ,</i>	112
<i>Verge de Pendule qui corrige par elle-même l'impression que le chaud &amp; le froid causent aux métaux ,</i>	112
<i>Construction d'un Pendule pour avoir des vibrations égales au mouvement à ressort ,</i>	113

T A B L E D E S M A T I E R E S.

<i>Suspension d'un Pendule ,</i>	114
<i>Echappement avec des frottemens réduits ,</i>	116
<i>Des irregularités de Pendules ,</i>	117
<i>De la Cycloïde ,</i>	120
<i>Démonstration analogue aux Ressorts spiraux qu'on applique aux Montres ,</i>	127
<i>Mémoire sur la figure des dents des Rouës &amp; des ailes des Pignons pour rendre les Horloges plus parfaites ,</i>	129
<i>Sur la figure des dents des Rouës &amp; des ailes des Pignons ,</i>	150
<i>Sur la denture d'une Rouë de champ ,</i>	156
<i>Sur les Pignons qui menent ,</i>	157
<i>Sur une Vis-sans-fin qui doit mener une Rouë ,</i>	157
<i>Sur les Vis qui sont menées ,</i>	158
<i>De l'usage des Vis-sans-fin ,</i>	158
<i>Sur la grosseur des Pignons ,</i>	159
<i>Pour les Limes à Pignon ,</i>	162
<i>Démonstration de l'Echappement à Rouë de rencontre ,</i>	163
<i>Sur le degré de la profondeur de l'engrenage de la Rouë de rencontre sur les Palettes ,</i>	164
<i>Sur la figure de la Denture de la Rouë de rencontre ,</i>	164
<i>Sur les degrés de l'ouverture des Palettes ,</i>	165
<i>Sur la longueur des Palettes ,</i>	166
<i>Observations sur la figure de la denture de la Rouë de ren- contre ,</i>	170
<i>Description d'un Tour propre à tourner les Calottes de Mon- tres &amp; autres Pieces ovales.</i>	174

T O M E S E C O N D.

<i>De la construction des Horloges ou Pendules ,</i>	177
<i>Réveil à poids ,</i>	182
<i>Horloge à poids qui sonne l'heure &amp; la demie ;</i>	184
<i>Pendule à secondes allant quinze jours ,</i>	188

TABLE DES MATIERES.

<i>Observation sur la construction du Pendule &amp; de la Lentille ,</i>	191
<i>Mouvement de Pendule à ressort ,</i>	193
<i>Pendule à quart ,</i>	198
<i>Cadrature d'une Pendule qui sonne l'heure &amp; la demie avec un Rateau &amp; un Limaçon ,</i>	200
<i>Remontoir de Pendule à poids ,</i>	201
<i>Second Remontoir de Pendule ,</i>	204
<i>Troisième Remontoir ,</i>	206
<i>Remontoir appliqué à une Pendule qui agit par le moyen d'une porte ,</i>	207
<i>Espec de Thermometre qui fait connoître l'impression que le chaud &amp; le froid font sur les métaux ,</i>	208
<i>Autre Remontoir ,</i>	210
<i>De la Fusée ,</i>	211
<i>Pendule à ressort &amp; à fusée qui marque le quantième du mois, &amp; celui de la Lune ,</i>	212
<i>Quantième de mois pour la Pendule ,</i>	214
<i>Méthode pour faire sonner les quarts à une Pendule ordinaire ,</i>	216
<i>Disposition de marteaux &amp; de détentes pour faire sonner les quarts à une Pendule ,</i>	217
<i>Des Répétitions de Pendule ,</i>	218
<i>Répétition à tout-ou-rien ,</i>	222
<i>Répétition à tout-ou-rien &amp; à demi quart ,</i>	224
<i>Cadrature de Répétitions d'une disposition avantageuse ,</i>	226
<i>Cadrature à trois parties ,</i>	227
<i>Tirage à l'Angloise ,</i>	230
<i>Cadrature Angloise ,</i>	231
<i>Cadrature de Pendule ,</i>	233
<i>Cadrature de Répétition qui sonne les heures, les quarts &amp; les minutes de 5. en 5.</i>	235

T A B L E D E S M A T I E R E S.

<i>Pendule Angloise marquant &amp; sonnant plusieurs choses ,</i>	237
<i>Cadrature de Pendule qui sonne l'heure &amp; les quarts par un seul rouage ,</i>	240
<i>Autre Cadrature qui sonne l'heure &amp; les quarts par un seul rouage ,</i>	242
<i>Répétition de nouvelle construction ,</i>	244
<i>Pendule d'Equation ,</i>	246
<i>Pendule d'Equation ,</i>	248
<i>Pendule qui marque la variation apparente du Soleil , &amp;c.</i>	250
<i>Pendule d'Equation ,</i>	252
<i>Pendule qui marque le lever &amp; le coucher du Soleil , &amp;c.</i>	257
<i>Remarque sur le choix des différentes Pendules qui marquent l'Equation par elle-même ,</i>	259
<i>Détente pour faire sonner le tems-vrai avec un cercle d'Equa- tion ,</i>	261
<i>Addition pour la Pendule à Secondes de la planche 13.</i>	262
<i>Explication d'un Chassis de cuirure pour procurer aux Pendules à Secondes toute la justesse possible ,</i>	267
<i>Construction d'une Verge de Pendule qui corrige elle-même l'allongement &amp; le racourcissement que causent le chaud &amp; le froid ,</i>	268
<i>Description des Pendules d'Equation sans courbe ,</i>	276
<i>Maniere de tracer le cercle d'Equation ,</i>	277
<i>Seconde Pendule d'Equation sans courbe ,</i>	279
<i>Troisième Pendule d'Equation sans courbe ,</i>	280
<i>Table à son usage ,</i>	283
<i>Table des longueurs du Pendule ,</i>	284
<i>Table des Equations moyennes du Soleil prises sur quatre années de suite pour servir à tailler les courbes des Pendules d'Equation ,</i>	289
<i>Description d'une Cadrature qui marque le lever &amp; le coucher du Soleil , les mois , leurs quantièmes , ceux de la Lune , &amp;c.</i>	

TABLE DES MATIERES.

<i>l'heure qu'il est dans les principaux lieux de la terre , tirée d'une des Spheres de l'Observatoire ,</i>	297
<i>Cadrature d'une autre Sphere de l'Observatoire ,</i>	298
<i>Cadrature de Pendule ancienne ,</i>	300
<i>Cadrature d'une Pendule Angloise ,</i>	301
<i>Sonnerie qui sonne l'heure &amp; les quarts par une Rouë de compte ,</i>	301
<i>Cadrature de Montre à Répétition ,</i>	302
<i>Mouvement qui roule le long d'un plan incliné ,</i>	302
<i>Pendule à quart &amp; à répétition ,</i>	304
<i>Cadrature d'une Pendule , &amp;c.</i>	305
<i>Niveau de nouvelle construction ,</i>	305
<i>Pendule de nouvelle construction ,</i>	306
<i>Conduite de Cadran de grosses Horloges ,</i>	308
<i>Autre Conduite sur le même principe ,</i>	308
<i>Troisième Conduite de Cadran de grosses Horloges ,</i>	308
<i>Autre Conduite de Cadran ,</i>	309
<i>Conduite d'un quantième de Lune ,</i>	309
<i>Marteaux disposés à sonner les heures &amp; les quarts par un seul rouage ,</i>	310
<i>Pendule à Secondes qui va un an ,</i>	310
<i>Horloge d'une nouvelle construction ,</i>	312
<i>Cadrature de Pendule qui fait sonner l'heure &amp; les quarts ,</i>	313
<i>Cadrature de quantième ,</i>	314
<i>Rouë qui fait sa révolution dans une année astronomique ,</i>	315
<i>Montre qui marque le lever &amp; le coucher du Soleil , le quan- tième du mois , &amp;c.</i>	315
<i>Autre Montre sur le même principe avec des changemens ,</i>	320
<i>Description d'une Montre ordinaire ,</i>	321
<i>Observation sur le calibre ,</i>	327
<i>Observation sur le ressort &amp; sur la fusée ,</i>	327

T A B L E D E S M A T I E R E S.

<i>Explication sur le rouage d'une Montre ,</i>	329
<i>Observation sur le Balancier , &amp; sur le Ressort spiral ,</i>	330
<i>Observation sur l'Echappement ,</i>	331
<i>Observation sur les variations des Montres ,</i>	332
<i>Observation sur la longueur des palettes ,</i>	333
<i>Observation sur l'huile que l'on met aux Montres ,</i>	334
<i>Observation sur la force motrice d'une Montre ,</i>	335
<i>Réflexions sur la puissance réglante ,</i>	335
<i>Observation sur le Ressort spiral ,</i>	335
<i>Observation sur la grosseur &amp; la forme des pignons ,</i>	336
<i>Méthode pour bien examiner les mouvemens des Montres ,</i>	338
<i>Des Montres à secondes ,</i>	356
<i>Differentes Cadratures de Montre à Répétition ,</i>	362
<i>Cadratures à la Française ,</i>	362
<i>Cadrature disposée pour avoir les secondes ,</i>	364
<i>Autre Cadrature disposée pour les secondes ,</i>	364
<i>Cadrature Angloise ,</i>	364
<i>Addition à cette Cadrature pour répéter le demi quart ou les minutes de 5. en 5.</i>	365
<i>Construction d'un Rateau ,</i>	365
<i>Cadrature pour répéter l'heure &amp; les quarts , &amp; toutes les minutes d'un quart ,</i>	365
<i>Cadrature à demi quart à la Française ,</i>	366
<i>Autre Cadrature ,</i>	367
<i>Cadrature ingénieuse ,</i>	367
<i>Cadrature d'une disposition bien différente ,</i>	369
<i>Cadrature à demi quart ,</i>	370
<i>Cadrature différente ,</i>	370
<i>Cadrature qui répète les minutes de 5. en 5.</i>	371
<i>Description de deux Montres à trois parties ,</i>	372
<i>Montre à trois parties ,</i>	375
<i>Montre Angloise à trois parties ,</i>	377
<i>Montre</i>	

T A B L E D E S M A T I E R E S.

<i>Montre à quatre parties ,</i>	379
<i>D'un Rouage de Répétition qui peut aussi servir pour un Réveil ,</i>	381
<i>Réveil à deux Marteaux ,</i>	382
<i>Fusée de Montre qui remonte à droite &amp; à gauche ,</i>	383
<i>Détente qui fait sonner un Réveil à la minute ,</i>	383
<i>Differentes Détentes de Réveil ,</i>	384
<i>Description d'une nouvelle Détente de Réveil. ,</i>	385
<i>Sonnerie à Cramailleur ,</i>	386
<i>Quantième de mois appliqué dans le fond d'une Boîte de Montre indépendant du Mouvement ,</i>	387
<i>Autre Quantième de Montre indépendant du Mouvement ,</i>	388
<i>Quantième de Mois &amp; de Lune indépendant du Mouvement ,</i>	388
<i>Remontoir de Montre propre pour une personne incommodée ,</i>	389
<i>Quantième de Mois ,</i>	389
<i>Pendule Angloise ,</i>	390
<i>Description d'une grosse Horloge de nouvelle construction ,</i>	392
<i>Remarques sur la construction d'un Rouage à deux Roues pour les grosses Horloges ,</i>	395
<i>Réveil qui peut sonner tous les 24 heures , &amp; n'être remonté que tous les 8 jours ,</i>	399

Fin de la Table des Matieres,



# TABLE ALPHABETIQUE

## DES MATIERES

CONTENUES EN CE TRAITE'.

### A

**A** Lezoirs & Egalissoirs , 32 33  
Ancienneté du Pendule , 91  
Arbres lisses , 31 , 32  
Arbre propre à polir les fusées , 32

### B

**B** Igorne , 29  
Boëtte à borax , 30  
Bruxelles , 32  
Burins , 34

### C

**C** Adrature de Répétition à tout-ou-rien , 222  
Cadrature de Répétition à tout-ou-rien , & à demi quart , 224  
Cadrature ( autre ) de Répétition à tout-ou-rien , 225  
Cadrature de Répétition d'une disposition nouvelle , 226  
Cadrature Angloise à Répétition , 230  
Cadrature Angloise qui sonne d'elle-même les heures , & en tirant le cordon elle répète les quarts & les heures après , 331  
Cadrature de Répétition à tirage , qui sonne les heures , les quarts & les minutes de 5 en 5 , 235  
Cadrature de Pendule qui sonne l'heure & les quarts par un seul

rouage , & qui est à Répétition , 240

Cadrature qui sonne d'elle-même l'heure & les quarts par un seul rouage , & qui est à répétition , 242

Cadrature de nouvelle construction , 244

Cadrature d'une Sphere de l'Observatoire , 279

Cadrature qui marque le lever & le coucher du Soleil , les mois , leurs quantités & ceux de la Lune , & l'heure qu'il est dans les principaux lieux de la terre , 297

Cadrature de Montre dont le rateau est différent des autres , 302

Cadrature de Montre à Répétition , 362

Cadrature de Répétition à secondes , 364

Cadrature Angloise à quarts , demi-quarts , ou des minutes de 5 en 5 , 364

Cadrature qui répète toutes les minutes qui sont après les quarts , 365

Cadrature à demi-quart à la Francoise , 366

Cadrature de Montre d'une belle composition , 367

Cadrature ( autre ) de Montre à



## TABLE ALPHABETIQUE,

Répétition ,	369	Démonstration pour former l'ancre d'un Echapement à Rochet ,	93 jusqu'à 99
Cadrature de Montre à demi-quarts ,	370	Démonstration de l'Echapement à Rouë de rencontre ,	163
Cadrature ( autre ) de Montre ,	370	Dents ( Mémoire sur la figure des ) des Rouës , & des ailes des Pignons ,	129
Cadrature qui repete les minutes de 5 en 5 ,	371	Dents ( sur la figure des ) des Rouës & des ailes des Pignons ,	150
Cadratures de deux Montres à trois parties ,	372	Denture ( sur la figure de la ) de la Rouë de rencontre ,	164, 170
Cadrature ( autre ) de Montre à trois parties ,	375	Denture ( sur la ) d'une Rouë de champ ,	156. Sur les Pignons qui menent , 157. Sur une Vis-fais- fin qui doit mener une Rouë , 157.
Cadrature d'une Pendule qui sonne l'heure & la demie , avec un Ra- teau & un limaçon ,	180	Sur les Vis qui sont menées ,	158.
Cadrature de Pendule à ressort qui sonne les heures & les quarts par un seul rouage ,	233	Sur la grosseur des Pignons ,	159
Cadrature de Pendule ancienne ,	300	Détente pour faire sonner le tems- vrai avec un cercle d'Equation ,	261
Cadrature d'une Pendule Angloise qui sonne l'heure & les quarts , & qui les répètent ,	301	Détente qui fait sonner les Réveils à la minute ,	383
Cadrature d'une Pendule à quarts & à répétition ,	304	Differentes Détentes de Réveil ,	384
Cadrature qui fait sonner l'heure & les quarts d'une position différente de celles qu'on a vû ,	313	Détentes de Réveil ,	385
Cadrature de quantités ,	314	Dispositions des Marteaux & des Détentes pour faire sonner à une Pendule le quart , la demie , les trois quarts & l'heure sur deux timbres par la même sonnerie ,	217
Calibre ou Echantillon pour égaler les rouës de rencontre ,	32, 34	<b>E</b>	
Calibre d'une Pendule à secondes qui va un an sans remonter ,	310	<b>E</b> xplication de plusieurs Echape- mens d'Horloges & de Mon- tres ,	89, 90 & suiv.
Cercle d'Equation appliqué aux grosses Horloges ,	393	Echapement à ancre ,	92
Chalumeau ,	30	Echapement à deux Pendules ,	99
Cifaille ,	30	Echapement sans bruit ,	99, 100
Compas ,	30, 35, 36, 37, 38	Echapement à deux Leviers , & addition à cet Echapement ,	100, 101
Conduite de Cadrans de grosses Hor- loges ,	308, 309	Echapement ( Regle pour tracer l' ) à deux Leviers ,	100
Conduite de quatrième de Lune ,	309	Echapement à <i>Pate-de-Taupé</i> ,	101
Crochet pour faire faire l'effet des Cadratures de Répétitions ,	34	Echapement à une Palette ,	101
Cuivrots ,	33	Echapement de Montre à deux ba-	
Cycloïde ,	91, 120		
<b>D</b>			
<b>D</b> émonstration qui fait voir com- bien l'ancre perd de force ,	92		

# T A B L E A L P H A B E T I Q U E.

lanciers ,	102
Echappement de Montre à deux balanciers de M. Dutertre ,	102
Echappement de Pendule de M. Graham ,	103
Echappement à levier de M. Sully ,	103
Echappement à pirouette ,	105. À une Palette , 105, 106
Echappement de Montre à cylindre creux ,	106
Echappement de Montre avec des chevilles ,	108
Echappement à deux cylindres ,	108
Echappement de Montre à deux rochets ,	109
Echappement du S. Vergo ,	109
Echappement ancien d'Allemagne ,	110
Echappemens differens pour les grosses Horloges ,	110
Echappement de Montre à crochet ,	110
Echappement du S. Aman ,	112
Echappement à deux leviers pour les grosses Horloges ,	112
Echappement ( autre ) sur le même principe ,	112
Echappement avec des frotemens réduits ,	116
Echappement ( Observations sur l' ) des Montres ,	331
Engrenage ( Sur le degré de la profondeur de l' ) de la Rouë de rencontre , & sur les Palettes ,	164

## F

<b>F</b> illieres doubles & simples ,	36
Forets ,	32
Forers ( Guide )	39
Fraizes ,	32
Fusée ( de la )	211

## H

<b>H</b> orloges ( de la construction des ) ou Pendules ,	177
---	-----

Horloge à poids qui sonne l'heure & la demie ,	184
Horloge de nouvelle construction ,	312
Horloge ( Description d'une grosse ) de nouvelle construction ,	392

## L

<b>L</b> evier pour égaliser les fusées ,	39
Limes de différentes tailles ,	33, 34
Limes ( pour les ) à Pignons ,	162

## M

<b>M</b> achine pour égaliser les fusées ,	38, 39
Machine à polir ,	40
Machine à dossier pour fendre les Pignons ,	42
Machine ordinaire pour fendre les Rouës & Pignons ,	43
Machine à fendre du S. Sully ,	46
Machine à fendre sans plate-forme , 53. Table à l'usage de cette Machine ,	56
Machine à fendre & à égaliser les Rouës de rencontre & les Rochets de Pendules ,	65
Machine à fendre & à égaliser les Rouës de rencontre & les Rochets de Pendules ,	65
Machine à tailler les Fusées à droite & à gauche ,	66
Machine pour tailler des Fusées ,	68
Machine ( autre ) pour tailler les Fusées ,	69
Machine plus composée pour tailler les Fusées ,	70
Machine qui sert à plusieurs opérations d'Horlogerie ,	73
Machine ( autre ) pour la longueur des Palettes , &c.	76
Machine ( autre ) pour le même usage ,	77
Machine à engrenage ,	79

# T A B L E A L P H A B É T I Q U E.

Machine ( autre ) à engrenage ,	80	Observations sur le Ressort & la Fu-	
Machine à railler les Limes ,	81	lée ,	27
Machine à fendre les Rouës de ren-		Observations sur le Balancier & sur le	
contre ,	82	Ressort spirale ,	330
Machine pour polir les Ressorts de		Observations sur la longueur des Pa-	
Cadran , &c.	85	lettes ,	333
Machine à faire les engrenages de		Observations sur le Ressort spirale ,	
Montres ,	87		335
Machine ( addition à la ) à fendre		Observations sur la force motrice	
les Rouës de toutes sortes de nom-		d'une Montre ,	335
bre ,	40	Observations sur les pignons , den-	
Maniere de tracer le Cercle d'Equa-		tures & engrenages ,	336
tion ,	277	Outils à river ,	32, 33
Marteaux ,	29, 30	Outils pour placer les Rouës de ren-	
Méthode pour regler la force d'un		contre ,	34
Ressort de Montre ,	328	Outil propre à polir le bout des Vis ,	
Méthode pour faire sonner les quarts			34
à une Pendule ordinaire ,	216	Outils pour mettre des Ressorts dans	
Méthode pour examiner les mou-		les Barillets ,	37, 38
vemens des Montres ,	338		
Montre curieuse ,	315	<b>P</b>	
Montre ordinaire ( description d'une )		<b>P</b> alettes ( sur les degrés de l'ou-	
	321	verture des )	165
Montres ( sur les variations des )	332	Palettes ( sur la longueur des )	166
Montre Angloise à trois parties ,	377	Pendule circulaire ,	100
Montre à quatre parties ,	379	Pendule ( pour corriger la dilatation	
Montres , observations sur l'huile		d'un )	112
que l'on y met ,	334	Pendule , construction de Pendule	
Montre ( réflexions sur la puissance		pour avoir des vibrations égales	
réglante d'une )	335	applicables aux mouvemens à	
Montre ( Remontoir de ) propre		Ressort ,	113
pour une personne incommodée		Pendule , maniere de suspendre un	
d'un bras ,	389	Pendule pour les secondes ,	114
Mouvement de Pendule à secondes		Pendules ( des irregularités des )	117
allant quinze jours ,	188	Pendule à quart ,	198
Mouvement de Pendule à Ressorts ,		Pendule à poids qui est remonté par	
& de la Sonnerie ,	193, 196	la sonnerie ,	201
Mouvement sur un plan incliné ,	302	Pendule à Ressort & à Fusée mar-	
		quant les quantièmes de mois &	
		de Lune ,	212
		Pendules ( Chapitre des Répétitions	
		de )	218
		Pendule Angloise qui sonne les heu-	
		res & les quarts ; de plus elle mar-	
		que les quantièmes de mois , de	
		Lune , ses phases , les jours de la	
		semaine , & les mois de l'année ,	337

## N

**N**iveau de nouvelle construction, 305

## O

**O**bservations sur le Calibre d'une Montre , 327

# T A B L E A L P H A B E T I Q U E.

Pendule d'Equation ,	246	Pincettes ,	32
2 <sup>e</sup> Pendule d'Equation ,	248	Plate-forme pour égaliser les Rouës de rencontre ,	35
Pendule qui marque la variation apparente du Soleil , les quantités de mois , &c.	250	Plate-forme pour prendre des grandeurs & grosseurs des Rouës & Pignons ,	36
3 <sup>e</sup> . Pendule d'Equation ,	252	<b>Q</b>	
Pendule qui marque le lever & le coucher du Soleil , les quantités de mois & de Lune , l'Equation du Soleil , les mois & les signes du Zodiaque ,	257	<b>Q</b> uantième de mois pour la Pendule ,	214
Pendules ( remarques sur le choix des différentes ) qui marquent l'Equation par elles-mêmes ,	259	Quantième de mois indépendant du mouvement appliqué dans le fond d'une Boëtte de Montre ,	387
Pendules à Secondes ( addition pour les )	262	Quantième de mois & de Lune aussi indépendant du mouvement ,	388
Pendule à Secondes ( remarque sur la )	264	Quantième de mois ,	389
Pendules à Secondes , explication d'un Chassis de cuivre & d'acier , pour leur procurer toute la justesse possible ,	267	Quantième de Montre indépendant du mouvement ,	388
Pendule , construction d'une Verge de Pendule qui corrige d'elle-même l'allongement & le raccourcissement que causent le chaud & le froid ,	268	<b>R</b>	
Pendules à Secondes ( plusieurs remarques sur les )	272	<b>R</b> Acloir ,	30
Pendule d'Equation sans courbes ,	276	Remontoir de Pendules ,	204.
Pendule 2. d'Equation sans courbes ,	279	Autre Remontoir ,	206. Troisième Remontoir ,
Pendule 3. d'Equation sans courbes ,	280	Remontoir appliqué à une Pendule qui agit par le moyen d'une porte ,	207
Pendule qui sonne l'heure , la demie , & qui est à Répétition ,	305	Remontoir sur le principe de celui de M. Gaudron appliqué à un Ressort ,	210
Pendule de nouvelle construction ,	306	Ressorts spiraux ,	127
Pendule Angloise qui sonne l'heure à chaque quart , & qui répète les quarts & les heures en tirant le cordon ,	390	Réveil à poids ,	182
Pendule , de sa construction & de la lentille ,	191	Réveil de Montre à deux Marteaux ,	282
Pince pour tourner les ressorts spiraux ,	32	Réveil qui peut sonner tous les 24 heures , & n'être remonté que tous les 8 jours ,	399
		Rouage , explication sur celui d'une Montre ,	329
		Rouë qui fait son tour en 365 jours 5 heures , 48 minutes , 58 secondes , &c.	315
		Rouë première d'un Rouage de Répétition qui peut aussi faire l'effet d'un Réveil ,	381
		Remarque sur la construction d'un	

# T A B L E A L P H A B E T I Q U E.

Rouage à deux Rouës pour les  
grosses Horloges, 395

## S

**S** Cies, 30, 31  
Sonnerie à Cramailier 386  
Sonnerie qui sonne l'heure & les  
quarts par un seul rouage, 301

## T

**T** Able des Equations moyennes  
du Soleil, prises sur quatre  
années de suite pour servir à rail-  
ler les courbes des Pendules d'Equa-  
tion, 289  
Tables des longueurs du Pendule,  
284  
Tas ou Enclumes, 1, 2  
Tenailles à couper, 32. A Vis, 33,  
34. A Boucle, 33, 34  
Thermomettre ( Espece de ) qui fait  
connoître l'impression que le chaud

& le froid font sur les métaux,

208

Tour à tourner, 31, 39  
Tour ( Description d'un ) propre à  
tourner les calottes de Montres, &  
autres pieces ovales, 164  
Tuyau dont on s'est servi pour re-  
medier à l'alongement & racour-  
cissement du Pendule, 273

## V

**V** Erges de Marteaux disposées  
pour sonner l'heure & les  
quarts, 310  
Verge de Pendule qui remedie elle-  
même à sa dillatation, 267  
Verge de Pendules à Secondes qui  
paroît préférable, 273  
Verge de Rouës de rencontre à Pa-  
lette raportée, 110  
Villebrequin, 31  
Vis-fans-fin, leur usage, 158

*Fin de la Table Alphabetique des Matieres.*



# CATALOGUE

*Des Auteurs qui sont cités dans cet Ouvrage.*

## A

**A** Lexandre ( R. P. ) 91, 315  
 Allard, 40  
 Aman, 112, 240  
 Amiraud, 93

## B

**B** Eljean, 37  
 Ernoulli, 127  
 Bethune ( Chevalier de ) 100  
 Bidard, 379  
 Boitiffandeu, 206, 208, 244

## C

**C** Amus, 129  
 Caffini, 270  
 Catin, à la fin de la Préface.

## D

**D** Emairan, 112, 319  
 Dendelot ( l'Abbé ) 87  
 Deparcieux, 267, 268  
 Des Camus, 310  
 Dutertre ( J. B. ) 99, 101, 102, 383

## E

**E** Nderlin, 93, 108, 109, 117,  
 150, 252, 261

## F

**F** Ardoil, 53, 70, 73  
 Faudrier ( M. de la ) 46, 173  
 Flamanville, 108

## G

**G** Audron, 201, 338  
 Graham, 103, 106, 113

## H

**H** Ager ( D. P. ) 315  
 Hildeyard ( R. P. Thomas ) Je-  
 fuite, 112  
 Huyghens, 91, 100, 120

## L

**L** Arfé ( Louis ) 306  
 Le Bon, 206, 279

Leutman, 150

## M

**M** Artinot ( Jerome ) 297, 298  
 Mayet, 112  
 Mazurier, 39

## O

**O** Ns-en-Brai ( le Comte d' )  
 284  
 Outhier ( l'Abbé ) à la fin de la Pré-  
 face.

## R

**R** Aillard, 90, 289  
 Regnauld à Chaalons, 66, 112,  
 113, 114, 116, 216, 217,  
 248, 267, 381.  
 Robert de la Chaufond, 242,  
 304  
 Rouffel, 393

## S

**S** Oumille ( l'Abbé ) 100  
 Stagone, 368  
 Stolberg, 93  
 Sully, 46, 103, 109, 163, 179,  
 223, 335

## T

**T** Hiout, 40, 65, 81, 85,  
 92, 100, 110, 111, 206,  
 207, 210, 222, 226, 227,  
 235, 246, 250, 262, 272,  
 273, 280, 305, 308, 312,  
 319, 365, 375, 385, 387,  
 388, 389.  
 Thiout ( Nicolas ) 389  
 Tompion, 231

## V

**V** Ayringe, 40  
 Vergo, 109, 383  
 Vrayet, 280

APPROBATION



## APPROBATION DE L'ACADEMIE.

**M**ESSIEURS de Mairan & de Fouchy qui avoient été nommés pour examiner un *Traité d'Horlogerie Méchanique & Pratique*, composé par M. THIOU l'aîné, Maître Horloger à Paris, dans lequel il décrit dans un grand détail & représente avec Figures les différentes constructions d'Echappement, des Rouages & des Cadratures différentes qui ont été inventés & pratiqués par les meilleurs Maîtres, pour les Montres, Pendules & Horloges, parmi lesquels il y en a plusieurs de sa composition, & dans lequel *Traité* il y a joint différentes regles pour les Echappemens, la forme des dentures, & tous les Outils qui sont en usage dans l'Art; en ayant fait leur rapport, la Compagnie a jugé que cet Ouvrage étoit fait avec beaucoup d'exactitude & de soin, & a crû qu'il seroit d'autant mieux reçu du Public, qu'il y a long-tems qu'on en souhaite un pareil, & que non-seulement les Amateurs de l'Art, mais aussi plusieurs Maîtres pourroient y puiser des connoissances qui leurs seront utiles. En foi dequoi j'ai signé le present Certificat. A Paris ce 7. Août 1740. FONTENELLE, Secretaire perpetuelle de l'Académie Royale des Sciences.



## AUTRE APPROBATION.

**J'**AY lû par ordre de Monseigneur le Chancelier un Manuscrit intitulé *Traité de l'Horlogerie*, dans lequel je n'ai rien trouvé qui ne puisse être utile & agréable au Public. Les découvertes & les Ouvrages de l'Art de l'Horlogerie sont honneur à l'esprit humain. Cet Ouvrage est le Recueil le plus complet que nous ayons en ce genre; on y verra jusqu'à quel point de perfection cet Art a été porté. Fait à Paris ce 5. Novembre 1740.

PIFOT.

---

## PRIVILEGE DU ROY.

**L**OUIS par la grace de Dieu, Roy de France & de Navarre: à nos Amés & feaux Conseillers les Gens tenans nos Cours de Parlement, Maîtres des Requêtes ordinaires de notre Hôtel, Grand Conseil, Prévôt de Paris, Baillifs, Sénéchaux, leurs Lieutenans Civils, & autres nos Justiciers qu'il appartiendra: S A L U T. Notre bien Amé le Sieur ANTOINE THIOU, Maître Horloger à Paris, Horloger ordinaire de notre très-chere Tante la Reine Douairiere d'Espagne, & de notre très-cher Oncle le Duc d'Orleans, premier Prince de notre Sang, Nous ayant fait remontrer qu'il souhaiteroit faire imprimer & donner au Public un Manuscrit qui a pour Titre *Traité d'Horlogerie*, par ledit Sieur Thiou, s'il nous plaisoit lui accorder nos Lettres de Privilege sur ce nécessaires, offrant pour cet effet de le faire imprimer en bon papier & beaux caractères, suivant la Feuille imprimée & attachée pour Modcle sous le contre-scel des Présentes,

A CES CAUSES , voulant traiter favorablement ledit Exposéant , nous lui avons permis & permettons par ces Présentes de faire imprimer ledit Traité d'Horlogerie en un ou plusieurs Volumes , conjointement ou séparément , & autant de fois que bon lui semblera , & de le vendre , faire vendre & débiter par tout notre Royaume pendant le tems de D O U Z E A N N É E S consécutives , à compter du jour de la date desdites Présentes. Faisons défenses à toutes sortes de personnes de quelque qualité & condition qu'elles soient d'en introduire d'Impression Etrangere dans aucun lieu de notre obéissance ; comme aussi à tous Imprimeurs , Libraires , & autres d'imprimer , faire imprimer & vendre , faire vendre , débiter ni contrefaire ledit Traité d'Horlogerie ci-dessus spécifié , en tout ni en partie , ni d'en faire aucuns Extraits sous quelque prétexte que ce soit d'augmentation ou correction , changement de Titre , même en feuilles séparées , ou autrement , sans la permission expresse & par écrit dudit Exposéant , ou de ceux qui auront droit de lui , à peine de confiscation des Exemplaires contrefaits , de trois mille livres d'amende contre chacun des Contrevenans , dont un tiers à Nous , un tiers à l'Hôtel-Dieu de Paris , l'autre tiers audit Exposéant , & de tous dépens , dommages & intérêt ; à la charge que ces Présentes seront enregistrées tout au long sur le Registre de la Communauté des Libraires & Imprimeurs de Paris dans trois mois de la date d'icelle ; Que l'Impression dudit Traité sera faite dans notre Royaume & non ailleurs : Et que l'Impetrant se conformera en tout aux Réglemens de la Librairie , & notamment à celui du 10. Avril 1725. & qu'avant que de l'exposer en vente , le Manuscrit ou Imprimé qui aura servi de copie à l'impression dudit Livre sera remis dans le même état où l'Approbation y aura été donnée ès mains de notre très-cher & féal Chevalier le Sieur Daguesseau Chancelier de France , Commandeur de nos Ordres , & qu'il en sera ensuite remis deux Exemplaires dans notre Bibliothèque publique , un dans celle de notre Château du Louvre , & un dans celle de notre très-cher & féal Chevalier le Sieur Daguesseau Chancelier de France , Commandeur de nos Ordres , le tout à peine de nullité des Présentes , du contenu desquelles Vous mandons & enjoignons de faire jouir ledit Sieur Exposéant , ou ses ayans causes , pleinement & paisiblement , sans souffrir qu'il leur soit fait aucun trouble ou empêchemens. Voulons que la Copie desdites Présentes qui sera imprimée tout au long au commencement ou à la fin dudit Livre soit ajoutée comme à l'Original. Commandons au premier notre Huissier ou Sergent de faire pour l'exécution d'icelles tous Actes requis & nécessaires , sans demander autre Permission , & nonobstant clameur de Haro , Charte Normande , & Lettres à ce contraire : C A R tel est notre plaisir. D O N N É à Versailles le treizième jour de Janvier l'an de grace mil sept cens quarante-un , & de notre Regne le vingt-sixième. Par le Roy en son Conseil , SAINSON.

*Registré sur le Registre X de la Chambre Royale & Syndicale des Libraires & Imprimeurs de Paris , N<sup>o</sup> 467 fol. 469. conformément au Règlement de 1723. qui fait défenses Art. IV. à toutes personnes de quelque qualité & condition qu'elles soient , autres que les Libraires & Imprimeurs , de vendre , débiter & faire afficher aucuns Livres pour les vendre en leurs noms , soit qu'ils s'en disent les Auteurs ou autrement , & à la charge de fournir à ladite Chambre Royale & Syndicale , huit Exemplaires , prescrit par l'Article 108. du même Règlement. A Paris le 8 Mars 1741. SAUGRAIN, Syndic.*

DEFINITIONS



## ADDITIONS ET CORRECTIONS, pour le Tome premier.

**M**'Etant aperçû de plusieurs omissions faites dans l'*Errata* de ce Livre ; j'ai crû , pour la satisfaction & pour l'utilité publique , devoir le supprimer , & faire celui-ci. Il m'a en même-tems fourni l'occasion de faire quelques changemens, & d'ajouter plusieurs Notes qui m'ont parû nécessaires pour l'intelligence de l'Ouvrage. La plupart des *Corrections* ne sont que des fautes de ponctuation.

Page 2. ligne 1. lisez d'un volant. p. 6. l. 23. lisez Cocq. p. 9. l. 32. lisez d'une rivure. p. 10. l. 30. lisez excursion. p. 13. l. 1. lisez fait un angle aigu. l. 3. lisez est l'angle. p. 35. l. 15. lisez est un compas pour. p. 44. l. 3. lisez pignon. Pour. p. 46. l. 10. lisez il y en a. p. 47. l. 28. lisez Planche 21. p. 48. l. 6. effacez une S. l. 8. effacez la partie S. p. 49. l. 28. lisez Planche 19. p. 53. l. 19. ajoutez le profil de ces pieces est représenté par la fig. 4. l. 21. lisez figure 2. p. 54. l. 2. après V. ajoutez fig. 3. après R X ajoutez représentée dans les développemens. p. 68. l. 7. lisez emboëttement. p. 73. l. 8. ajoutez 4°. de voir si la rouë de rencontre est égale. l. 34. lisez longueur. p. 77. l. 12. lisez longueur. l. 24. lisez pointe du Tour. l. 27. lisez pour connoître la longueur. p. 78. l. 4. lisez longueur. *Ibid.* à la fin de la page effacez on en trouvera , &c p. 84. l. 16. lisez archet. p. 90. l. 15. lisez l'on a fait autrement , n'ont pas eu autant. p. 91. l. 38. lisez Horloges. p. 104. l. 6. lisez arc. p. 107. l. 22. effacez je ne sçache pas, &c. lisez on peut finir cette rouë sur la machine à fendre, en se servant d'une fraise creusée comme une rouë de champ , & en faisant tourner la plate-forme à la main , jusqu'à ce que l'Alidade entre dans un autre point. p. 112. l. 3. lisez des trois. l. 28. lisez Mayet de Morbier p. 128. l. 30. je conseillerois , ajoutez , dit M. Bernoulli. p. 152. l. 24. lisez l'arc. p. 160. l. 31. lisez du diamètre. p. 165. l. 35. lisez plus courtes. l. 38. lisez plus longues. p. 167. l. 23. lisez palettes courtes. p. 171. l. 17. lisez longueur.

## *Additions & Corrections , pour le Tome second.*

**P**age 181. ligne 1. lisez l'une l'autre. l. 9. lisez pour le. p. 187. l. 3. lisez 78. p. 188. l. 28. lisez la rouë de. p. 189. l. 6. ajoutez fig. 3. p. 193. l. 2. lisez est suivie. p. 195. l. 14. lisez des longueurs. p. 197. l. 6. lisez de compte 1. fig. 6. l. 39. lisez quand elle est bien. p. 200. l. 23. lisez coups. A la dernière dent , la p. 201. l. 12. lisez mais il. l. 23. lisez six onces. *ibid.* lisez trois onces. p. 202. l. 5. effacez quin'est pas dumouvement, & ajoutez, destiné à remonter le poids. p. 203. effacez le dernier article , & lisez, l'autre partie R. de la piece de précaution sert à remonter le poids. Au cas qu'il arrive accident à la piece I K. ou au volant L. alors la courbe GH. monte un peu plus haut , & l'extrémité R. retient une des chevilles de la rouë F. Elle la quitte sitôt qu'elle descend avec le poids : mais étant aussi tôt remontée , elle retient la cheville suivante. Ainsi alternativement le poids est remonté , & la Pendule continuë d'aller malgré cet accident. p. 204. l. 15. effacez C. p. 205. l. 16. lisez mouvement. La sonnerie. p. 206. l. 35. lisez la rouë C. est. p. 207. l. 10. lisez tige D. jusqu'à. p. 215. l. 22.

*effacez* & ainsi des autres. p. 222. l. 33. *lisez* le talon F. p. 223. l. 13. *lisez* Répétition. p. 224. l. 7. *lisez* sur le. l. 17. *effacez* de, de. l. 22. *lisez* H I L. il tombe sur le limaçon. p. 225. l. 21. *lisez* porte le. l. 28. *lisez* la levée F. du marteau des heures. p. 226. l. 13. *effacez* D, & de celui. p. 227. l. 36. *lisez* G C. qui. l. 38. *lisez* font sous le. p. 228. l. 5. *lisez* G C. p. 231. l. 10. *lisez* chevilles sur la rouë de cadran. l. 11. *lisez* quand la répétition est tirée. p. 233. l. 18. *lisez* DFG. l. 25. *lisez* détendu par. p. 238. l. 27. *lisez* limaçon 4. p. 241. l. 6. *lisez* on le tire. l. 10. *lisez* 4. 5. p. 245. l. 10. *lisez* ramenez dessous le. l. 17. *lisez* le levier D E. est poussé. p. 246. l. 21. *ajoutez* la naissance que cet assemblage a avec le mouvement de la pendule, est par une rouë de 80. qui n'est pas ici représentée. Cette rouë engrenne dans un pignon de 10. que le pivot de la troisième rouë du mouvement porte. Cette rouë de 80. porte un canon qui entre à frottement dans le canon fig. 3. qui oblige toute la machine à faire avec lui une révolution en 60. minutes. La naissance du mouvement particulier de la cadrature est par la rouë B. figure. *ibid.* *effacez* la seule communication, &c. p. 247. l. 16. *lisez* ici, si on avoit craint d'y apporter. p. 248. l. 10. *lisez* rivé sur la plaque p. 249. l. 14. *lisez* elliptique. p. 251. l. 11. *effacez* 12. l. 17. *lisez* révolution dans un an. l. 31. *lisez* le grand rateau, quand le mois sera fini, une des chevilles. p. 255. l. 3. *lisez* du demi cercle. p. 258. l. 11. *lisez* place sur l'équiere; p. 262. l. 8. *lisez* fig. 2. l. 33. *lisez* verge après K. le grand bras est chargé du poids Q. p. 262. l. 19. *lisez* de Mairan. p. 263. l. 33. *lisez* au rouage. Sur. p. 266. par-tout où il y a 6. au calcul d'Algebre, *lisez* b. p. 274. l. 30. *lisez* exemptes. p. 277. l. 4. *lisez* dont les chiffres & les noms. p. 281. l. 30. *lisez* & des cadrans. p. 297. l. 15. *lisez* est fixe. p. 299. l. 7. *lisez* comment. L'étoile. p. 300. l. 22. *lisez* prise au bras G. l. 27. *lisez* soient sonnez. l. 31. *lisez* dessous le bout. l. 34. levier Z, *ajoutez*, qui n'est pas représenté. p. 306. l. 33. *lisez* ce sont les. p. 307. l. 35. *lisez* cordon T. l. 37. *lisez* cordon N. p. 312. l. 17. *effacez* sur. l. 27. *lisez* après. Le second cliquet se dégage aussi. p. 314. l. 13. *lisez* palette. l. 25. *effacez* il est de 84 dents p. 315. l. 27. *lisez* d'une seconde. p. 317. l. 15. *lisez* 73. l. 23. *lisez* 8. p. 318. l. 25. *lisez* jour il faut. p. 326. l. 36. *lisez* on goupille. p. 329. à la dern. lig. *ajoutez* par heure. p. 330. l. 22. *lisez* plus l'un que l'autre. l. 27. *lisez* assez bien. Quand. p. 331. l. 21. *lisez* par la machine. l. 22. *effacez* 29. 30. 31. l. 24. *lisez* le même outil le fait voir aussi. p. 334. l. 15. *lisez* il y en auroit moins. l. 27. *lisez* parce que le froid. l. 30. *lisez* on est gêné. p. 335. l. 33. *lisez* 388800. p. 338. l. 18. *lisez* démonter ainsi. l. 21. *lisez* avec le pignon qu'elle mene, ayant. p. 339. l. 24. *lisez* sa rivure. l. 27. *lisez* le bout. p. 341. l. 14. *lisez* du bout. l. 22. *lisez* du bout. l. 36. *lisez* juste sur son quarré, & qu'il appuye sur le canon de la grande rouë sur laquelle. p. 343. l. 30. *lisez* la pousse. *ibid.* *lisez* qu'il doit y en avoir plus. l. 38. *lisez* il faut être. p. 345. l. 7. *lisez* se meuve. l. 10. *lisez* le trou. l. 22. *lisez* si le rateau. p. 346. l. 22. *lisez* trou. p. 347. l. 6. *lisez* trou. p. 348. l. 18. *lisez* pane sera. l. 24. *lisez* le dessous. p. 350. l. 22. *lisez* enarbrees sur leurs pignons. l. 28. *ajoutez* pignon de la rouë de rencontre. p. 352. l. 24. *lisez* on l'approche. p. 354. lig. dern. *lisez* s'échaufferoit. p. 355. l. 16. *lisez* de marquer. l. 22. *lisez* en remettant. p. 357. l. 2. *lisez* 48. 60. 56. 57. 15.

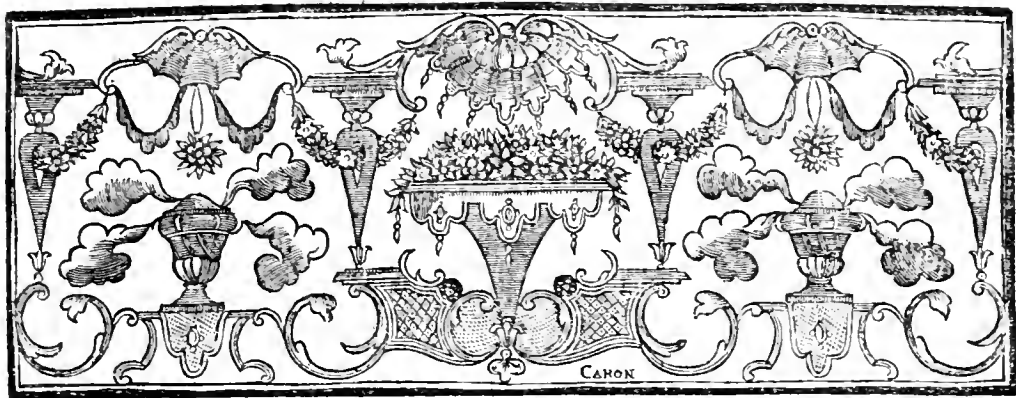
\* Dans la Méthode de M. Gaudron pour examiner les mouvemens des Montres; pag. 338. Tom. II. j'avois supprimé la description d'un Outil qu'il indique pour resserrer le trou des canons de chauffées, pour les raisons que j'en ai marquées; page 355. même vol. Mais M. Gaudron ayant souhaité que cet Outil fût connu du Public, je le donne ici tel qu'il me l'a donné pour l'y insérer.

» Ayez un morceau de léton forgé au plus dur qu'il soit possible; qu'il ait

» environ trois lignes en carré sur un pouce & demi de long : faites-y une  
 » queue de trois à quatre lignes pour tenir dans l'étau : percez un trou au tra-  
 » vers du carré environ au tiers de la longueur qui reste depuis la queue : fai-  
 » tes en sorte que le trou soit égal de grandeur de part & d'autre , & qu'il soit  
 » de la grosseur ordinaire d'un canon de minutes: coupez cette piece en deux,  
 » au milieu du trou , avec la scie la plus mince , en sorte que chacune des par-  
 » ties porte un demi cercle. Ayez quelque mauvaise rouë à longue tige , dont  
 » vous limerez la tige en deux écarissoirs pointus ; vous en introduirez un dans  
 » le canon que vous voulez resserrer. Vous mettrez dans l'étau la partie qui  
 » a une queue ; vous poserez votre canon dans le demi cercle ; vous le tiendrez  
 » bien assujéti dans cette situation ; alors la vieille rouë vous servira à le tour-  
 » ner sans cesse à mesure que vous fraperez sur le haut de l'autre partie , dont  
 » vous aurez posé le demi cercle sur votre canon. L'on sent bien qu'il ne faut  
 » frapper qu'à petits coups , & proportionnez à la force du canon qu'il  
 » faut resserrer , & au besoin qu'il en a. L'on sent bien aussi qu'il ne s'agit pas  
 » ici de resserrer un trou d'une excessive grandeur ; ce n'est que pour le mettre  
 » dans sa juste proportion pour qu'il n'y ait qu'un très-petit conduit de cire :  
 » c'est aussi pour rectifier les inégalités avec lesquelles un canon se trouvera  
 » tourner sur sa tige. Ayez pour cet effet des écarissoirs à cinq ou six pans bien  
 » proportionnés , & qui coupent net. Au reste , comme il s'agit ici que ces de-  
 » mi cercles embrassent la circonférence du canon , il est à propos d'avoir trois  
 » ou quatre de ces Outils dont les trous soient de grandeurs différentes. On le  
 » peut aisément , puisque cet Outil est très-facile & très-prompt à faire. Il épargne  
 » beaucoup de temps , surtout lorsqu'il seroit question de refaire un canon  
 » de minutes à une répétition. Au surplus selon les circonstances , ou la façon  
 » de penser , on se servira de cet Outil , si on le juge à propos. Mais quiconque  
 » s'en servira avec intelligence s'en trouvera très-bien.

*Page 360. l. 19. lisez l'échappement. p. 362. l. 12. lisez de cette. p. 363. l. 18. lisez figure 5. est une autre. p. 364. l. 1. lisez tout-ou-rien ; K K. l. 35. lisez comme le. p. 365. l. 2. effacez qui fait le tout-ou-rien , lisez A est le rateau des heures. l. 8. effacez les pieces séparées sont , lisez , il faut voir le développement des pieces. C K. est le. l. 17. lisez en raison de la hauteur du limaçon. O & est la. p. 367. l. 34. lisez se meut. p. 369. l. 10. lisez dans celle. l. 15. lisez l'échappement ou levée H. l. 32. lisez marteaux. Quand. p. 371. l. 25. lisez ensemble. Pour. p. 375. l. 31. lisez à être plus grand. p. 376. l. 10. lisez par ce moyen elle. p. 384. l. 8. lisez cadran G. fig. 8. ou. p. 389. l. 2. lisez marque. Quand la. p. 392. l. 20. lisez leurs. l. 26. lisez leurs dents. p. 393. l. 11. lisez il a pour. p. 396. l. 12. lisez inégalités provenant. p. 400. à la fin, ajoutez , On peut aussi faire le cadran de reveil à l'ordinaire , c'est-à-dire , divisé en 12. & avoir seulement une rouë qui fasse son tour en 24. heures , comme aux quantités des mois. On disposera le cadran pour faire sonner le matin , comme on dispose un quantième pour le faire changer la nuit,*





DEFINITIONS  
DES PRINCIPAUX TERMES  
DE L'ART  
DE L'HORLOGERIE,  
ET DE CEUX  
DES MATHÉMATIQUES  
RELATIFS A CET ART;

*Pour servir à l'intelligence de ce Traité.*

A



**ACCELERATION**, terme de Physique ; il se dit des Mouvements dont la vitesse s'augmente à chaque moment. Le Mouvement *accéléré* est contraire au Mouvement *retardé*.

**Acier**. C'est une qualité de fer que la nature ou l'art a raffiné de telle sorte, qu'il est de tous les Métaux celui qui est le plus dur. *Acier tiré* est une verge d'Acier passé par une Filrière cannelée, qui la rend propre à faire des Pignons de differens nombres, suivant la Filrière par où il a passé.

**Aiguille de Montre**. C'est la pièce qui marque les heures & les minutes.

## 2 DEFINITIONS DES TERMES

*Aile.* Est une des branches d'un Volland de fonnerie ; *Aile* se dit aussi d'une dent d'un Pignon.

*Alizoir.* Est un Outil rond dont l'on se sert pour arrondir & polir les trous.

*Alidade.* Regle mobile sur une Plate-forme pour diviser les Cadrans, &c. La ligne de cette Regle qui passe toujours par le centre de la graduation est appelé *Ligne fiducielle*, ou *Ligne de foi*. Quand on ajoute, par exemple, une portion de cercle au bas d'un Pendule pour connoître les degrés de vibrations, le point de repos s'appelle *Fiducielle*. Les Horlogers l'appellent ordinairement Point perpendiculaire. L'Alidade est aussi appelée ligne de foi quand elle est fixe.

*Angle.* Espace enfermé entre le concourt indirect de deux lignes qui se joignent en un point ; les *Angles* se distinguent par degrés suivant le plus ou moins d'ouverture qu'ils ont.

*Angulaire.* On appelle ainsi les Pièces qui ont la forme d'un Angle.

*Anneau.* Figure ronde, &c.

*Arbre, Axe, Tige & Verge* sont des termes synonymes ; on dit l'Arbre de Barillet, l'Arbre de la seconde Rouë, la tige de la Rouë de minute, de la Rouë de champ, &c. On appelle *Arbre* l'Axe qui a besoin de force pour supporter un gros poids.

*Arc.* Partie de la circonférence d'un cercle moindre que la moitié.

*Archet.* Est une branche d'acier ou de baleine qui bande une corde à boyau ou un crin pour servir à tourner, percer, &c.

*Assiette.* C'est tout ce qui supporte quelque chose, comme l'Assiette d'une Rouë est la partie sur laquelle elle est-rivée.

*Atmosphère.* C'est l'air qui environne la terre, & qui a un poids équivalant à environ 28 pouces de Mercure. Ces changemens contribuent à rendre les Vibrations d'un Pendule & d'un Balancier de Montres irregulieres.

*Atomes.* Sont des petites parties dont l'air est rempli, & qui contribuent à salir les piéces d'Horlogerie, principalement celles qui ne sont pas bien enfermées.

*Axiome* se dit d'un fait certain, d'une verité incontestable.

## B

**B** *Alancier.* Cercle d'acier ou de cuivre qui est mû par l'échappement. C'est lui qui fait les vibrations dans une Montre : un *Balancier* a differens usages , on l'applique à l'Arbre de la Manivelle d'une grosse Horloge pour faciliter la remonte du poids ; plus il est grand , plus il a de force centrifuge.

*Barette.* Piece que l'on met dans un Barillet près du crochet du Ressort pour le maintenir joint contre la Virolle ; on attache aussi des Barettes aux Platines pour noyer les Rouës.

*Barillet.* Piece qui a la forme d'un Tambour dans lequel on renferme le Ressort des Montres & Pendules.

*Barillet double*, celui qui a une Rouë à chaque bout. *Barillet tournant*, celui qui porte une Rouë. *Barillet fixe*, celui qui a une Rouë mobile à son centre.

*Bascule* dans une grosse Horloge, est un Levier dont un bout donne sur la Rouë de cheville d'une Sonnerie , & l'autre tire un fil de fer ou de cuivre pour faire lever le Marteau du Timbre , on employé les *Bascules* en differens usages. *Bascules* & *Leviers* sont synonymes.

*Bâse* se dit generally de la partie inferieure d'une Piece telle qu'elle soit , comme d'un cône , d'un cylindre. Le Rochet d'une Fusée de Montre est fixe à la *Bâse* de la Fusée.

*Bâtarde* se dit d'une Lime dont la taille n'est ni douce ni rude.

*Bâte.* C'est le cercle d'une Boîte de Montre qui a une Drageoire pour loger la fausse Plaque d'un Mouvement à laquelle on fait la petite charniere.

*Bâti.* On appelle *Bâti* le Chassis d'une Machine à fendre les rouës.

*Borax.* Suc mineral qui découle des Mines & qui se congele de lui-même ; le meilleur pour soudre est le jaune , on l'appelle *Chrysocolla* ; il y a aussi du *Borax* que l'on fait par artifice. Celui que l'on fait passer pour être de Venise , se fait avec de l'Alun de roche , de nitre , &c. on fait calciner le Borax pour qu'il n'enleve pas la soudure quand on le fait sécher trop vite.

*Bras.* Piece qui se meut sur le principe du Levier , & d'une Bascule ; on appelle *Bras* routes les parties d'une piece qui a un centre. *Bras de Levier* sont les deux côtés d'une Bascule ; l'un

est ordinairement plus grand que l'autre ; les deux côtés d'un Fleau de Balance sont appellés *Bras* ; celle d'une Equierre s'appelle *Branche*.

*Brunir*. C'est donner un poli aux Méteaux ; ce qui se fait avec une Pierre sanguine , ou un Outil d'acier trempé & bien poli. On appelle *Brunissoir* les Outils qui servent à brunir.

*Bruzelles*. Est un Outil fait en pince pour prendre de petites pieces.

*Burin*. Outil d'acier trempé qui sert à graver & à couper sur le Tour les Métaux qu'on veut tourner.

## C

*Cadrature* se dit des pieces qui sont placées sous le Cadran des Ouvrages d'Horlogerie.

*Cadran*. C'est la Piece des Montres & Horloges sur laquelle sont marquées les heures ; on nomme aussi *Cadran* dans les mêmes Horloges les Pieces qui marquent aussi toute autre chose que les heures.

*Cadran Universel* est celui qui marque l'heure des principaux lieux de la terre.

*Cages* sont deux Platines avec leurs Pilliers , dans lesquelles sont contenuës les Rouës, Ressorts, Chaînes de Montre , Pendule , &c.

*Cage d'Horloge de chambre*, de grosse Horloge , quoique faite differemment , n'en contiennent pas moins toute la Méchanique qui est nécessaire.

*Calibre*. C'est le plan ou le dessin des Pieces qui composent une Montre ou Horloge.

*Calibrer*. C'est mesurer avec un petit compas fait exprès les dents des Rouës & les aîles des Pignons pour voir si elles sont égales entre elles.

*Calotte*. C'est une espece de Boîte qui renferme le Mouvement d'une Montre pour le garantir de la poussiere.

*Canal*. On appelle de ce nom tout ce qui est creusé pour y loger quelque chose.

*Canon* se dit de tout ce qui est creux interieurement.

*Carillon*. Horloge qui sonne differens airs.

*Centre*. C'est proprement le Point qui dans un cercle est égale-



ment éloigné de tous les points de la circonférence. *Centre commun de pesanteur* est le point d'un Levier, autour duquel deux poids attachés à ce Levier demeurent en équilibre.

*Centre de gravité.* Le point ou un corps suspendu feroit en équilibre de tous côtés.

*Centre de mouvement.* Le point autour duquel se fait un mouvement circulaire.

*Centre de mouvement réciproque* est la même chose.

*Centre d'équilibre forcé*, est le point ou un corps placé entre deux Ressorts bandés, lesquels font un effort égal pour se dilater en directions opposées & est par cela même retenu en équilibre, étant sollicité ou pressé de part & d'autre par deux forces égales & opposées. Le *Centre d'équilibre oisif* est le Point où un Corps se trouve entre deux Ressorts lâches ou débandés, en sorte qu'il demeure en équilibre, ou plutôt en repos par cela seul qu'il n'est point pressé ni d'un côté, ni de l'autre. Le centre d'Oscillation d'un Pendule est plus haut que celui de la Lentille, en raison de la pesanteur de la Verge.

*Centrifuge.* Voyez *Balancier*.

*Cercle.* Figure ronde comprise sous une seule ligne qui a un Point au milieu appelé Centre.

*Chaîne.* Celle qui sert à la Fusée est faite de petits Maillons à peu-près ovales; l'Outil qui les fait coupe & perce chaque Maillon d'un coup de Marteau.

*Chalumeau.* Est un Tuyau courbé par le petit bout, dont on se sert pour souder à la Lampe.

*Chanfrein.* Se dit d'une pièce dont on abbat les quarts. *Chanfreindre* ou ébifeler un trou avec une Fraise, c'est le faire en cône.

*Champ.* Rouës dont les dentures sont parallèles à leurs tiges; s'appellent *Rouës de Champs*. Celle qui fait l'échappement qui a la même forme s'appelle *Rouë de Rencontre*.

*Châpe.* C'est la monture d'une ou plusieurs Poulies.

*Chapeau.* Est une Pièce faite en cône dont la base couvre; par exemple, une Rouë que l'on veut ferrer sur un des Arbres d'une Machine à fendre, le sommet du Chapeau entre dans un petit trou fait au bout d'une vis qui le sert fortement contre la Rouë.

*Chaperon.* Est une Plaque ronde placée, par exemple, sur le

## 6      DEFINITIONS DES TERMES

Pivot d'une Rouë de cheville de Sonnerie des quarts, pour faire lever le Détentillon de la Sonnerie des heures par le moyen d'une cheville. *Chaperon* se dit de plusieurs cercles qui servent à différens usages.

*Chaussée.* Est le Canon sur lequel l'Aiguille des minutes d'une Montre est placé.

*Choc.* Est l'effort qu'un corps fait contre un autre en le rencontrant. Voyez *les Traités de Statique.*

*Chute.* Terme dont on se sert pour expliquer les effets d'un engrenage. *Chute* est synonyme avec *Choc.*

*Cilindre.* Est un corps rond & d'égale grosseur. La corde d'une grosse Horloge s'enveloppe sur un Cilindre de bois qu'on appelle *Rouleau.*

*Cisaille.* Outil pour couper du cuivre, &c.

*Clavette.* Espece de Coin pour arrêter les Tenons, Montants, Pilliers, &c. d'une grosse Horloge.

*Clef,* ou *Pas-à'Asne.* C'est une Piece qui tient une grande Rouë jointe contre un des bouts d'un cylindre d'une Pendule à Secondes, ou une Rouë de Cadran contre son canon pour qu'elle soit ferme à tourner.

*Cliquet.* Piece qui retient le Rochet & le Ressort bandé dans un Barillet de Pendule ou de Montre.

*Cocq.* Est un support à divers usages. Le Cocq d'une Montre soutient & couvre le Balancier.

*Caur.* Piece de cette forme placée sur l'Arbre de la seconde Rouë d'une grosse Horloge pour faire dégager le Pied-de-Biche de la Détente de Sonnerie.

*Compas.* Instrument dont on se sert pour tracer des cercles, pour diviser, &c. *Compas droit* sert pour couper des Plaques.

*Compas courbe.* Sert pour mesurer un corps rond. *Compas de réduction,* celui qui ayant deux branches croisées, & mouvant sur un centre fixe, forme quatre jambes; les deux petites sont opposées aux deux grandes; ce Compas sert pour réduire ou augmenter, par exemple, les Pieces d'une Cadrature, & à plusieurs autres operations. *Compas de proportion,* est composé de deux Branches plates & mobiles dans une charniere; par le moyen de deux lignes divisées à volonté en parties égales, on a par son moyen les grosseurs des Pignons, la Rouë étant donnée, ou la grandeur de la Rouë si le Pignon est donné, & on a l'un &

l'autre par le moyen de ce Compas quand les deux points sont donnés. Cet Outil donne aussi divers usages, comme de résoudre plusieurs Operations Géométriques, Astronomiques, &c. de sorte que tous ces usages contiennent un Traité particulier.

*Compteur.* Nom que les Horlogers en gros donnent à la détente d'une Sonnerie qui entre dans les entailles de la Rouë de compte.

*Conduites de Cadran.* Tringles qui portent des Molettes & qui engrennent les unes dans les autres à Angle droit, ou obtus, pour faire marquer l'heure au Cadran éloigné de l'Horloge; il y a des conduites faites avec des Genoux; elles sont meilleures quand les tringles sont placées à angle obtus.

*Cône.* C'est une figure faite en pyramide, la Fusée d'une Montre est formée en *Cône*, le grand diamètre est la bâte, & le petit en est le sommet, un cylindre plus gros d'un bout que de l'autre a une forme *Cônique*.

*Convexe.* Est la rondeur & la hauteur, par exemple, d'un cristal de Montre, & le concave est le dedans; on dit que le cristal n'a pas assez de concavité quand il touche au canon de l'Aiguille des minutes; on pourroit dire aussi de *Convexité*, ayant égard à son épaisseur.

*Corde-sans fin.* C'est une Corde dont les deux bouts sont cousus ensemble, & dans laquelle on renferme quatre poulies quand on l'applique à une Pendule à Secondes. Cette Corde a la propriété de ne point faire perdre de temps au Mouvement quand on remonte le poids.

*Corps.* C'est tout ce qui a une étendue en longueur, largeur & profondeur. *Corps flexible à Ressort*, celui qui a changé de figure par le choc qu'il reçoit d'un autre corps, reprend de soi-même sa première figure. *Corps flexible sans Ressorts*, est celui qui conserve sa première figure.

*Coulan* d'un Tour, est la Piece qui fixe le support; le Coulan d'une Machine à fendre fixe la Fraïze.

*Coulisse.* Demi-cercle sous lequel le Rateau du Ressort spiral se peut mouvoir.

*Courbe.* C'est tout ce qui n'est pas en ligne droite, ou qui n'a pas une surface bien unie. La *Courbe* d'une Pendule d'Equation est une Piece en forme d'Ellipse, qui rentre deux fois sur elle-même.

*Couffin* ou *Couffinet*. Piece tarraudée qui fait moitié de la Fil- liere double.

*Cramailleur*. Est un Râteau denté en Rochet qu'on employe à certaine Méchanique , comme à des Cadratures de Répé- tion.

*Craponne*. Lime batarde faite dans une Ville de ce nom.

*Craque*. Terme pour dire qu'un Ressort commence à se casser.

*Critique*. Moment où les Limaçons d'une Répétition changent de situation ; s'ils ont quelques défauts & que l'on pousse la Ré- pétition au moment du changement , la Répétition mécomptera ; c'est pourquoi une partie se meut par fault pour éviter le mo- ment critique.

*Crochet*. Il y a différentes sortes de Crochets employés dans presque toutes les Pieces composées.

*Croisée*. Rayons qui maintiennent le centre d'une Rouë.

*Cycloïde*. Voyez le *Traité des Echapemens*,

## D

**D** *Eclicter* un Rochet , c'est lever le *Cliquet*. On dit *Enclittage* quand on parle d'un Rochet , d'un Cliquet , & de son Ressort qui agissent ensemble.

*Delai*. Ce terme a deux significations dans l'Horlogerie ; dans les Rouages de Sonnerie c'est le dernier Pignon , qui est ainsi nommé parce qu'il sert à ralentir la vitesse de la Sonnerie. On appelle aussi *Delai* l'espace de tems qu'il y a depuis que la che- ville de la Rouë d'Etoteau se repose sur le Détentillon jusqu'à ce que la Sonnerie parte. Cet intervalle est dans toutes les Son- neries , excepté celles qui ont des Détentes à fouët.

*Dent*. Se dit de différentes choses. La même partie dans un Pignon se nomme Aile.

*Détente*. Il y en a de plusieurs formes. Leurs usages sont de faire détendre les Sonneries.

*Détentillon*. C'est la partie qui est élevée par les chevilles de la Rouë de Minutes.

*Direction*. On dit *ligne de Direction* , quand un corps se meut ou fait effort pour se mouvoir vers un certain côté. En general toutes lignes par lesquelles un corps agit , soit en tirant , soit en poussant , &c. s'appellent *lignes de Directions*.

*Doigt*.

*Doigt* de la Piece des quarts d'une Répétition , est un bras pointu qui entre dans les chevilles pour regler le nombre des quarts.

*Dos-d'âne.* Corps ayant deux surfaces inclinées l'une vers l'autre , & qui forment un angle.

*Dossier.* Ce sont les deux Plaques qui tiennent une Lime droite pour regler la profondeur d'une denture.

*Drageoire.* Rainure qui tient , par exemple , le cristal d'une Montre , le couvercle d'un Barillet , &c.

*Drille.* Outil qui porte un Foret pour percer certaine Piece pesante , comme Boëte de Pendule de cuivre , &c.

## E

**E** *Bifeler*, voyez *Chanfrein*.

*Equarisseurs.* Verge d'acier trempé à 4. 5. ou 6. pans pour agrandir ou croître des trous.

*Echagement.* Voyez l'article des *Echagemens*.

*Ecrou.* Piece quarrée ou à pans percée & taraudée , dans laquelle entre une vis ; c'est aussi un Ecrou que l'on tourne pour hausser & baisser la Lentille d'un Pendule.]

*Ecrouir.* C'est forger du Leton pour le rendre dur & roide , parce que cela resserre les pores.

*Eflanquer.* On dit eflanquer un Pignon pour dire le vuider.

*Egaler* un Pignon , une denture de Rouë. C'est en rendre les dents égales.

*Elastique.* Qualité ou vertu d'un corps qui fait ressort tel que principalement l'acier trempé.

*Ellipse.* Ovale ou ligne qui se forme de la section d'un cône droit , par un plan non parallele à sa bāse. Ellipse est à peu-près la forme d'une courbe de Pendule d'Equation.

*Embase.* C'est une assiette qui se réserve sur l'Arbre d'une grande Rouë en le forgeant. *Assiette* & *embase* , sont synonymes. Toutes les deux sont pour retenir une Rouë fixe sur son Arbre par le moyen d'une Clavette ou d'une Révure.

*Embichetage.* Terme dont on se sert pour déterminer la grandeur de la Platine de dessus d'une Montre , afin qu'elle ne touche pas à la Boëte quand on ouvre ou qu'on ferme le Mouvement.

*Enclilage.* Voyez *Déclicter*.

*Engrenur.* C'est l'effet de la dent d'une Rouë qui entre dans l'aîle d'un Pignon.

*Epicicle.* Petit cercle qui se meut dans un autre cercle excentrique qui le fait mouvoir.

*Equation.* C'est la différence du temps vrai au temps moyen , ou la variation apparente du Soleil par rapport à l'heure égale de la Pendule. Voyez *les Tables d'Equations qui sont dans le Livre de la connoissance des Temps*, ou *celle qui est dans ce Traité*.

*Equerre.* Outil dont on se sert pour mettre les ouvrages à angle droit.

*Equilibre.* Se dit d'un poids qui en égale un autre.

*Essieu* ou *Axe*, sont synonymes. Voyez *Arbre*.

*Etemper.* Se dit quand on chasse un quarré dans un trou pour l'équarir, &c. C'est en général faire prendre à une Piece la figure d'une autre ; c'est pourquoi on dit aussi étemper une Rouë de champ ou de rencontre lorsqu'on relève le champ avec un tas d'acier.

*Etoile* en matiere d'Horlogerie ; il y en a de plusieurs nombre & forme. L'Etoile d'un Limaçon de Répétition est une Rouë plate divisée en douze , dont les dents se terminent en pointes.

*Etoteau.* Petite Cheville qui se meut sur une Rouë de Sonnerie pour l'arrêter & faire le délai , & laquelle Rouë on appelle Rouë d'Etoteau.

*Etrier.* C'est un espece de Pont dont les pieds sont paralleles.

*Excentrique.* Cercle qui a un autre centre que celui où il est renfermé. On fait marquer les Secondes sur un Cadran Excentrique , quand on parle de la distance qu'il y a entre les deux centres qui ne sont point concentriques. On dit *l'Excentricité* , &c.

*Excursion* signifie cours, ou course.

*Extrême.* Terme de Géometrie. Il y a toujours deux Extrêmes dans les Experiences que l'on fait qui sont le commencement & la fin ; le milieu s'appelle moyen.

## F

**F** *Iducielle.* Voyez *Alidade*.

*Figur.* Forme extérieure d'une chose matérielle.

*Filet*, ou *Pas de Vis*, sont tournés spiralement autour d'un cylindre.

*Filliere.* Plaque d'acier trempé, où il y a des trous de plusieurs grosseurs taraudés pour faire des vis.

*Fixe.* C'est tout ce qui est arrêté. Fixer un poids, une Rouë, &c. c'est les river ou arrêter autrement.

*Fleuron.* Partie d'un ornement, ou le Fleuron d'une Aiguille, &c.

*Foliot.* Nom ancien de la Piece qui tenoit lieu de celle que l'on nomme aujourd'hui Balancier.

*Force,* signifie ici *puissance*, *forces mouvantes*, c'est la même chose que *puissance*; on ne peut augmenter la force mouvante qu'en lui donnant plus de vitesse. Ce que l'on gagne en temps on le perd en force; c'est-là le principe de toute la Mécanique.

*Forer.* C'est percer un trou avec un Foret.

*Fourchette.* Piece attachée à la verge des Palettes d'un Echappement de Pendule.

*Fraise.* Lime ronde qui s'applique à la Machine à fendre les Rouës; il y a des Fraises de plusieurs formes & figures.

*Frifer.* En terme d'Horlogerie, c'est ôter la petite pointe des dents des Rouës.

*Frottement.* On ne sçauroit faire mouvoir une seule Piece qu'il n'y ait des frottemens. Toutes celles qui se meuvent & qui font mouvoir sur le principe du levier ont moins de frottemens que celles qui se meuvent par des plans inclinés.

*Fuseau.* Dent d'une Lanterne d'une grosse Horloge.

*Fusée.* Piece d'une forme conique sur laquelle s'enveloppe une chaîne pour tirer le Mouvement d'une Montre, d'une Pendule, &c.

## G

**G** *Arde-Chaine.* C'est l'arrêt du Crochet d'une Fusée pour empêcher que la Chaîne ne casse.

*Generation.* Se dit de la formation des lignes courbes produites par le mouvement de quelques autres lignes, soit droites ou courbes. *La Generation de la Cycloïde*, de la *Spirale*, &c. On n'a d'ordinaire les lignes courbes que par des mouvemens composés que l'on imagine dans d'autres lignes.

*Generatrice.* On dit aussi *Generation* du Cône, du Cilindre, &c. c'est-à-dire, la formation ou production de ces corps par de certains mouvemens de lignes.

*Genou.* C'est un Globe ferré entre deux Plaques concaves qui peut servir aussi pour suspendre une Horloge dans un Vaisseau ; on s'en sert encore pour faire mouvoir les Aiguilles de Cadran de grosses Horloges.

*Globe.* Est une boule ronde & égale de diametre de tous côtés.

*Gorge.* Est une espece de moulure concave.

*Goupille.* Petite pointe en forme de clavette pour arrêter, par exemple, la Cage d'une Montre, & beaucoup d'autres Pièces.

*Goute.* Petite Plaque ronde convexe d'un côté & un peu concave de l'autre ; on l'appelle quelque fois *Goute de Suif*.

*Graduer.* C'est diviser un cercle en autant de parties que l'on a besoin.

*Grain-d'Orge.* Figure d'un Angle pointu dont la bête est arrondie ; il y a des suspensions de Pendule à Grain-d'Orge, autrement dit à Couteau, Lime à Grain-d'Orge, &c.

*Gratte-Boisse.* Outil dont les doreurs se servent pour éclaircir la dorure.

*Gravité.* Poids, impression que fait un corps pesant sur un plus léger. On appelle en terme de Méchanique *Centre de Gravité* le poids qui le divise en deux parties d'une égale pesanteur, en sorte que si ce centre étoit suspendu il resteroit en équilibre.

*Guide.* Est un Outil qui sert à conduire un Foret pour percer droit les Platines de Montres & de Pendules.

## H

*Helice.* C'est la forme d'une vis qui tourne autour d'un Cilindre.

*Horizontale.* C'est tout ce qui est posé de niveau ; le Balancier d'une Montre est horizontal, quand elle est posée sur une table, & quand elle est accrochée, il est vertical.

*Hypomochion.* Terme de Méchanique, point qui soutient le Levier, & sur lequel il fait son effort quand on le baisse ou quand on le leve.

## I

*Iambe.* Moitié d'un Compas, &c.

*Jeu.* Pour dire qu'une Pièce a la liberté qu'elle doit avoir.

*Incidence.* Chûte d'une ligne, d'un rayon ou d'un corps sur



un autre. L'Incidence d'une ligne oblique en fait un<sup>angle</sup> aigu & l'autre obtus.

*Incliné.* Inclinaison d'une ligne droite à un plan, <sup>est</sup> l'angle aigu de deux lignes droites tirées dans chaque plan par un même point de leurs sections. On dit plan incliné celui qui n'est pas posé horizontalement. On dit en Horlogerie plan incliné, ou talus, toutes sortes de parties plates dont la direction ne tend pas au centre de la Piece muë.

*Index.* Petite Aiguille fixe qui marque sur un cercle mobile les divisions qui y sont gravées.

*Intersection.* Point où deux lignes se coupent l'une l'autre.

*Isochrone* signifie égale. Les Vibrations du Pendule simple passent pour être Isochrones.

## E

**L**AME se dit de plusieurs Plaques de Métal foibles & longues. On dit *Lame* d'un Ressort de Pendule, de Montre, &c.

*Lanterne.* Est une petite Rouë placée au centre d'une grande ; elle tient lieu de Pignon dans les grosses Horloges. Les Lanternes sont composées de Fuseaux ronds cylindriques, montés & rivés entre deux Plaques paralleles. Il seroit à souhaiter que l'on pût exécuter les Lanternes en petit avec autant d'égalité & de facilité que l'on fait les pignons pour s'en servir dans les Montres ; mais l'exécution en est trop difficile, on doit former les Aîles des Pignons en général autant qu'il sera possible sur la forme d'une Lanterne, quoiqu'en puisse dire les Partisans du sentiment contraire.

*Lardon.* Piece longue que l'on met à coulisse. La queue d'aronde que l'on met au nez & au tallon de potence de Montre, s'appelle aussi *Coulisse* ou *Lardon*.

*Lentille.* En parlant du Pendule c'est un corps pesant de figure ronde & lentigulaire, qui se termine à angle aigu. On met des Lentilles aux Pendules à Secondes de toutes pesanteurs & diametre. L'ordinaire est d'environ trois ou quatre livres. On en a fait qui pesoient jusqu'à cinquante. Leurs vraies pesanteurs n'est pas encore déterminée.

*Levée.* Est un petit Levier mobile placé sur la tige d'un Marteau de Répétition ; on l'appelle aussi *Echappement*.

*Levier.* Verge ou Barre que l'on suppose inflexible & sans

pefanteur , étant apuyée fur un point , de forte qu'il foit , fi l'on veut , horizontal. Si d'un côté de ce point l'on applique le poids & de l'autre la puiffance , il eft clair que fi le poids l'emporte fur la puiffance , ou la puiffance fur le poids , ils feront mouvoir le Levier.

*Liant.* Quand on parle d'un Reffort qui eft doux & qui n'a point de frottement , on dit qu'il eft bien liant.

*Ligne* en Géometrie , longueur fans largeur & fans épaiſſeur , qui va d'un point à un autre. Ligne de direction eft celle qui paffe par le centre d'un Levier & par le point où il fait effort : on ne peut calculer la force des Leviers coudés qu'en faifant ou fuppolant une Ligne de direction du centre au point où il fait effort. Il faut voir là-deſſus les Livres qui traitent des Méchaniques. On dit *Ligne des deux centres* celle qui va d'un centre à l'autre.

*Limaçon.* Eft un cercle tourné ſpiralement & divifé en douze degrés pour regler les coups de marteau d'une Répétition. Le *Limaçon* des quarts eft partagé en quatre degrés.

*Limbe.* C'eſt le bord d'une Rouë plate.

*Lime.* Voyez *Lime* dans le *Traité des Outils*.

*Loupe.* Verre convexe , c'eſt-à-dire , plus épais au milieu que vers les bords. Il groſſit les objets , on s'en fert pour découvrir les petites parties des choſes qu'on travaille.

*Lunette.* En Horlogerie c'eſt le couvercle d'une Boîte de Montre dans laquelle on met le Cristal. Il y a des Outils de Tours qu'on appelle auſſi *Lunettes*.

## M

*Machine.* On appelle *Machine* un compoſé de pluſieurs *Pieces* pour ſervir à augmenter la force ou la puiffance , pour mouvoir ou pour arrêter un poids : l'arrêter , c'eſt le mettre en équilibre ; le mouvoir c'eſt l'emporter ſur lui. On appelle *Poids* tout ce que l'on regarde comme devant être mû ou arrêté , *force* ou *puiffance* tout ce qui doit agir pour produire cet effet , & *Machine* , tout ce qui donne à la force ou puiffance plus d'avantage pour agir qu'elle n'en a par elle-même. Comme le mouvement ſe meſure par le produit de la maſſe & de la vîteſſe des corps , & que deux corps dont les maſſes ſont inégales ont

des mouvemens égaux , si la vîtesse du plus petit récompense précisément la masse , il s'ensuit que la masse d'une petite force ne pouvant être augmentée , il n'y a que sa vîtesse qui puisse l'être , & que c'est-là le seul moyen de la rendre égale ou supérieure à un poids qui auroit dû l'emporter par sa masse. Toutes les Machines n'ont donc pour but que de disposer & de placer la puissance & le poids , en sorte que dans leurs mouvemens qui sont toujours opposés , la vîtesse de la force soit plus grande que celle du poids que l'on suppose toujours plus grand par sa masse : Ainsi dans le même temps que le poids ne parcourt qu'un petit espace , la puissance est obligée d'en parcourir un grand , & ce désavantage de la puissance a fait dire à tous les Mécaniciens , *que ce que l'on gagne en force on le perd en espace & en tems.*

Il y a plusieurs Machines simples telles que le Levier , le plan incliné , la Rouë avec son Arbre , la vis & la poulie.

Les Machines composées sont faites des Machines simples différemment combinées ensemble.

Toutes les Pièces d'Horlogerie sont des Machines plus ou moins composées.

*Mailion.* Petite Piece d'une forme ovale percée de deux trous pour faire des Chaînes de Montres.

*Main.* Est une Piece que l'on employe quelque fois dans les Répétitions. Elle est divisée en quatre doigts ; quoique son usage soit fort bon on ne s'en sert à present que dans certain cas.

*Mandrin.* Est un Outil qui donne sa forme à un trou , dans lequel on le fait entrer.

*Manivelle.* Est un Levier placé au bout d'un Arbre à angle droit , l'autre bout de ce Levier porte un manche parallele à l'Arbre , par lequel on fait tourner plusieurs choses.

*Marteau.* Outil. Voyez *la Planche 1.*

*Marteau d'Horloge* , celui qui frappe sur le Timbre.

*Mécanique.* Art de composer toutes sortes de Machines mouvantes. On dit la *Mécanique* d'une Machine pour dire l'effet des Pièces qui la composent. La *Mécanique* de cette Machine est simple pour dire qu'il y a peu de Pièces , & que leurs effets sont naturels , solides , & ont peu de frottemens. On appelle *Mécanicien* un Sçavant Géometre qui sçait l'art & le calcul des forces mouvantes.

*Microscope.* Sorte de Lunette , qui grossissant les objets extraor-

dinairement , fait découvrir les moindres parties des plus petits corps de la nature. On s'en fert pour s'assurer du poli & de la forme cilindrique des pivots, &c.

*Mixte.* Terme de Physique. Corps Mixte , c'est-à-dire , composé de plusieurs autres sortes de corps. Pendule mixte , celui qui est adapté à un Mouvement , & Pendule simple est celui qui est seul.

*Mobile.* Est tout ce qui a du mouvement.

*Mobile à frottement.* Est une Piece qui tient sur une Plaque avec un Contre-Ressort qui ne peut tourner qu'à force. Il y a plusieurs Pieces qui se meuvent sur ce principe , & qui sont exécutées différemment.

*Mollette.* Est une petite Rouë qu'on employe aux conduites des Cadrans des grosses Horloges.

*Montant.* Sont les barres de fer ou de cuivre qui font partie de la Cage des grosses & des moyennes Horloges à poids , dans lesquelles roulent les Pivots des Rouës.

*Montre.* Machine ou petite Horloge portative qui marque l'heure , les minutes & les secondes quand on veut. J'en ai fait qui sonnent d'elles-mêmes l'heure , & les quarts , qui réperent l'heure à chaque quart d'elles-mêmes & qui sont à Répétition à l'ordinaire ; elles ont de plus la propriété que le Ressort est remonté à chaque fois que l'on pousse la répétition , elles marquent les secondes concentriquement. Ces Montres s'appellent *Horloges à trois parties.* L'Art de faire des Montres est si perfectionné , qu'on leur fait faire quantité d'effets surprenans & par des voyes & des Méchaniques toutes différentes qui tendent néanmoins au même but ; mais les unes sont plus simples & plus solides que les autres.

On a vû anciennement des Montres si petites , qu'elles étoient renfermées dans des chatons de Bagues & des pendans d'oreilles de femme.

*Mortoise.* Est un trou long & quarré par les deux bouts , qui sert pour l'assemblage des grosses Horloges , dans lesquelles mortoises on met des Clavettes.

*Moufle.* Sont plusieurs Poulies qu'on employe pour lever aisément des fardeaux ; elles servent dans l'Horlogerie pour multiplier le tems de la remonte d'une Pendule.

*Mouvement.* Terme de Physique ; action par laquelle un corps est

est mû : Il y a quatre choses à considérer dans le mouvement ; la masse du corps qui est mû , l'espace qu'il parcourt , le temps qu'il employe à le parcourir, & le côté vers lequel il se meut.

Plus la masse du corps mû est grande , plus il faut de force pour le mouvoir. Le rapport de l'espace que le corps parcourt au tems qu'il employe s'appelle *vitesse*. Pour mouvoir un corps plus vite il faut plus de force que pour le mouvoir lentement.

Il est évident qu'il faut la même force pour mouvoir un corps avec deux degrés de vitesse, que pour mouvoir le double de ce corps avec un degré, d'où il suit que la force est égale dans deux corps inégaux , si le plus petit va plus vite à proportion de ce qu'il est plus petit & que dans deux corps qui vont également vite ; si le plus lent est plus grand à proportion de ce qu'il est plus lent, la force est encore égale.

Le principe général est donc que quelles que soient les masses & les vitesses de deux corps , si le produit de la masse de l'un par sa vitesse est égal au produit de l'autre , leurs forces sont égales, & ces forces s'appellent aussi leurs *quantités de mouvemens*.

Si ces corps sont tellement situés que leurs mouvemens soient opposés , alors comme leurs forces , ou quantités de mouvemens sont égales , ils ne pourront agir l'un contre l'autre , & demeureront en *équilibre*.

L'Équilibre se fait donc entre deux corps , quelques inégaux qu'ils soient , toutes les fois qu'il arrive que le grand ne pourroit se mouvoir , sans obliger le petit à se mouvoir d'une vitesse qui récompenseroit la petitesse de sa masse.

Le rapport qu'a le mouvement d'un corps au côté vers lequel il se fait , est la détermination de ce *mouvement* ; ce qui fait qu'un corps va ou de haut en bas , ou de bas en haut , ou de droit à gauche , &c. & sa détermination quand il rencontre un autre corps qui s'oppose à son passage & qu'il ne peut ébranler , il faut nécessairement que sa détermination change & qu'il en prenne une contraire : c'est ce qui arrive en toute réflexion quand un corps reçoit du mouvement de deux forces qui tendent à lui donner des déterminations différentes. Comme il ne peut suivre absolument ni l'un ni l'autre , il prend une ligne moyenne entre les deux déterminations , comme si l'une des forces tend à lui faire décrire un côté d'un parallélograme , & l'autre force l'autre côté , le corps décrira la diagonale. Ce mouvement

s'appelle *composé*, auquel on oppose le *simple* que l'on conçoit comme fait selon une seule détermination.

Le mouvement composé varie en une infinité de manières & se fait tantôt par des lignes droites, tantôt par des courbes, & par une infinité de courbes différentes, selon que les mouvemens simples dont il est composé se font par des lignes droites ou courbes, & sont *uniformes* ou accélérés, ou retardés.

Les corps qui se rencontrent se communiquent du mouvement suivant de certaines proportions que les Philosophes tâchent de découvrir ; ce sont ces proportions qu'on appelle *Regle du mouvement*, ou *Loix de la communication du mouvement*.

*Mouvement local*. Est le changement de place d'un corps d'un lieu à un autre par un flux continuel.

*Moyen*. Ce qui tient le milieu de quelque chose. On employe la force moyenne en plusieurs occasions. Les Cadratures anciennes qui avoient des détentes à foïet étoient sujettes à manquer, si la force moyenne des Ressorts n'étoit pas bien proportionnée ; ce qui étoit un mauvais principe.

## N

**N** *E*ξ. Voyez *Potence*.

*Niveau*. Instrument qui sert à tirer ou à déterminer des lignes parfaitement horizontales.

*Nombre*. Se dit de la quantité de dents donnée à chaque Rouë d'une Horloge pour qu'elle fasse les révolutions qu'on demande. On dit *Nombre rentrant* quand le nombre du Pignon est partie aliquote du nombre de la Rouë dans laquelle il engrenne.

## O

**O** *Blique*. Ligne qui n'est pas à plomb, qui ne fait pas des angles droits. Ligne oblique s'oppose à ligne perpendiculaire. Toute ligne droite qui est oblique sur une autre fait un angle obtus d'un côté & un aigu de l'autre. La perpendiculaire en fait deux droits égaux.

*Obtus*. Angle qui a plus de 90 degrés. Tout Levier qui est mû par un plan incliné dont la puissance est rentrante, est appelé *Talus*, ou angle *Obtus*, & ceux qui sont mûs par une puissance

fuyante font appellés *aigus* ou *plan incliné* ; par exemple, le plus grand bras de l'ancre d'un Echapement porte un *Talus*, & l'autre bras un *Plan incliné* ; mais généralement parlant *plan incliné* & *Talus* font synonymes.

*Oeil*. Se dit du trou que l'on fait à chaque bout d'un Ressort de Barillet, dont l'un tient au crochet de l'Arbre, & l'autre à celui de la Virolle.

*Orbe*. Corps spherique qui est contenu sous deux superficies, l'une convexe, & l'autre concave.

*Oreille* d'un Cocq. Ce sont les deux pieds qui portent à plat sur la Platine pour y être fixés avec deux vis.

*Ortogonal*. Se dit d'une ligne qui tombe à angle droit sur une autre, & on dit *ortogonalement* pour dire à plomb à angle droit.

*Oscillation*. On prend le point d'Oscillation d'un Pendule, plus haut que le centre de la Lentille, à cause de la pesanteur de la verge. Plus elle est pesante, plus le centre d'Oscillation monte.

*Ovale*. Curviligne plus longue d'un côté que de l'autre par l'inégalité de ces deux principaux diametres. *Ovale* est la même chose qu'*Ellipse*.

*Oxigone*. Se dit des triangles dont les trois angles font aigus.

## P

**P** *Alette* d'une Verge de Balancier. Ce sont les parties de Levier qui engrennent dans la Rouë de Rencontre. On dit improprement *Largeur des Palettes*, ce qui est longueur, puisqu'elles sont formées du principe du Levier ; ce sont donc de petits Leviers plus longs les uns que les autres, selon la distance des dents de la Rouë de Rencontre.

*Pane* de Marteau, est le côté le plus mince.

*Paradoxe*. Veut dire sentiment contraire à l'opinion commune.

*Parallele*. Se dit des lignes également éloignées entre elles & qui ne se toucheroient jamais quand on les prolongeroit à l'infini.

*Parallelograme*. Figure Plane terminée par quatre lignes droites paralleles.

*Parallelepipede*. Corps solide enfermé par plusieurs faces paralleles.

*Parois.* Se dit du côté d'un trou où le Pivot frotte.

*Pendant.* Est le Bouton d'une Boëte de Montre.

*Pendillon & Fourchette* sont synonymes. C'est une Verge rivée avec la tige de l'Echappement pour communiquer le mouvement au Pendule & le maintenir en vibration ; ce qui a sans doute fait donner deux noms à cette Piece, c'est que le *Pendillon* porte une broche qui entre dans une ouverture faite au plat de la Verge du Pendule, & *Fourchette* c'est effectivement une Fourchette qui tient lieu de la broche dans laquelle passe la Verge du Pendule.

*Pendule.* Est une Verge de differente longueur que l'on suspend aux Horloges pour regler leur mouvement. Elles ont des poids placés à un de leurs bouts qu'on appelle *Lentille*. Pendule simple c'est celui qui étant suspendu, continuë ses vibrations sans aucun secours étranger. J'en ai fait un qui alloit jusqu'à environ 14 heures. Un tel Pendule doit avoir 3 pieds 8 lignes environ 6 points ; ses vibrations sont d'une seconde. Avant l'usage de nos Pendules à Secondes, le Pendule simple étoit utile pour les observations. A present on s'en sert pour déterminer la vraie longueur du Pendule à Paris & dans les differens endroits du monde ; ce qui a rapport à l'Astronomie & à la Géographie.

*Pendule mixte.* C'est celui qui est maintenu en vibration par un Rouage. Ce Pendule n'est pas toujours sûr de battre les Secondes avec la longueur du simple. Il le fait quelquefois plus long ou plus court, selon la nature de son échappement ; ce qui dépend de la bonne ou mauvaise qualité du Rouage, de la pesanteur de la Verge, de la Lentille, & de la force motrice.

*Pendule inflexible.* Est celui qui est fixé sur la Verge de Palette de l'Echappement.

*Percussion* ou *choc des corps.* Impression d'un corps qui frappe ou qui tombe sur un autre. Il y a un *Traité de la percussion des Corps* par M. Mariotte, de l'Académie Royale des Sciences. Il se vend rue S. Jacques à l'Image S. Paul.

*Perimetre.* Circuit, contour d'une figure, sommes de toutes les lignes qui la terminent.

*Peripheric.* Se dit de la circonference ou le tour d'un cercle, d'un ellipse, &c. ce que les Ouvriers en bois appellent *Pour tour*.

*Perpendiculaire.* Ligne droite tombante sur une autre ligne, fait les angles droits de part & d'autre. Une ligne droite est perpen-



diculaire à une courbe quand elle tend à la *tangeante* menée par le point où la droite tombe sur la courbe. Voyez *Tangeante*. *Ligne perpendiculaire* à l'horizon, *Plan perpendiculaire*, celui qui est vertical ; *Perpendicule*, ce qui tombe à plomb. On appelle le *Perpendicule* d'une Horloge, pour dire le Pendule.

*Perpendicule*. Filet qui tend en bas par le moyen d'un plomb que l'on y attache.

*Pesanteur*. Quantité par laquelle une chose pesante est portée en bas. La *pesanteur absolue* d'un corps pesant dans un milieu liquide, est la force que ce corps a de descendre lorsqu'il est libre & qu'il ne touche à quoique ce soit, qu'aux parties de ce milieu. Telle est la pierre qui étant libre dans l'air ne touche qu'aux parties de l'air lorsqu'elle descend. On appelle *pesanteur relative d'un corps* la force qu'il a de se mouvoir étant appliqué à quelque autre chose qu'aux parties du milieu. Ainsi dans un corps qui est sur un plan incliné, sa *pesanteur relative* est la force qu'il a de rouler sur ce plan. Il y a encore une *Pesanteur* ou *gravité spécifique* ; c'est celle qui procède de la densité des matières ou de quelque autre cause, par laquelle un corps pèse plus qu'un autre de pareil volume. Tel est un pouce cube de plomb, qui pèse plus qu'un pouce cube de fer.

*Petitions*. Terme de Géométrie, se dit des demandes claires & intelligibles, dont l'exécution & la pratique ne requierent aucunes démonstrations.

*Phase*. Se dit de diverses apparences ou aspects de la Lune, &c.

*Pied-de-Biche*. Est le bout d'une dérente qui est brisée.

*Pignon*. Petite Rouë dentée placée au centre d'une grande pour multiplier plusieurs tours aux dernières Rouës, & faire faire des révolutions terminées à certaines Rouës ; les dents des Pignons s'appellent *Ailes*.

*Pilliers*. Les Pilliers font partie d'une Cage de Montre, &c. puisque c'est par leur moyen qu'on éloigne les Platines à la distance que l'on veut pour contenir les Rouës, &c. *Faux Pilliers* sont ceux que la fausse Plaque porte.

*Pincette*. Outil en forme de petites Pincés, qui est très-nécessaire à quantité d'usages.

*Piramide*. Terme de Géométrie, corps solide qui finit en un seul point, & qui est terminé par autant de surfaces triangulaires que sa bête a de côtés. Le point où aboutit la pyramide s'appelle *Sommet*.

*Pirouette.* Ancien échapement de Montres, dont le Balancier faisoit plusieurs tours.

*Pivot.* Est le bout des Arbres, des Tiges, &c. qui entre dans les trous des Platines pour y tourner librement.

*Planer.* C'est forger à petits coups une Platine jusqu'à ce qu'elle soit bien dure.

*Plaque.* La Plaque d'une Pendule est celle sur laquelle on attache le Cadran d'un côté, & le mouvement de l'autre. La *fausse Plaque* est une Platine de la grandeur du mouvement sur laquelle on rive des petits Pilliers pour donner la hauteur convenable à la Cadrature. Les Montres ont de même leurs fausses Plaques; mais elles sont un peu plus grandes que les Platines du Mouvement.

*Platte-forme.* C'est une Plaque ronde remplie de cercles dans lesquels sont divisés les nombres dont on peut avoir besoin dans l'Horlogerie. Cette Platte-forme sert pour diviser les Rouës. Voyez *les Machines à fendre.*

*Platine.* C'est une des Plaques de la Cage d'une Montre, d'une Pendule, &c. Voyez *Cage.*

*Plier.* Se dit d'un Ressort qu'on enveloppe autour d'un Arbre pour le mettre dans le Barillet.

*Podometre* ou *Compte-pas.* C'est un Instrument en forme de Montre qui sert à mesurer le chemin qu'on fait; il est composé d'une Rouë de 100. & d'une autre de 101. qui engrennent dans un Pignon de 6. Ce Pignon est mû chaque pas que l'on fait par un cordon attaché au genou qui tire un espede d'échappement qui fait sauter une Etoile enarbrée sur le Pignon; ce qui fait faire un degré du Cadran à une Aiguille, pendant qu'un autre en fait le tour & qui marque 100 pas, & l'autre Aiguille marque les centaines. On ajuste cette Machine aux Chaises de poste, &c.

*Poids.* En Méchanique on appelle *poids* tout ce que l'on regarde pour être mû ou soutenu, & l'on oppose à *puissance* qui est ce qui doit agir pour mouvoir ou soutenir le poids. Dans toutes les Machines on suppose le *poids* plus grand que la *puissance*, & l'on rend la puissance égale ou supérieure par l'augmentation de sa vitesse. Un Pendule est la *puissance* réglante de l'Horloge, de même que le Balancier & son Ressort spiral le sont de la Montre. Voyez *Machine & Mouvement.* On appelle par abus *contre-poids* le petit

poids que l'on met à la corde d'une Horloge pour la retenir sur les pointes de la Poulie.

*Pont.* Se dit de toutes les Pièces qui sont fixées , & qui servent à porter des Pièces qui ne pourroient pas avoir de centre sur la Platine.

*Pore.* Tous les Métaux & Minéraux , &c. sont composés de petites parties qu'on appelle *Pores*. L'or a ses Pores plus serrés que l'acier ; ce qui rend son volume plus pesant.

*Portée.* Se dit de l'assiette d'un Pivot : quand elle a trop de diametre , on dit qu'elle a trop de portée , & par conséquent de frottement. Le pied d'un Cocq , d'un Tenon trop étroit n'a pas assez de portée pour être solide.

*Position des Pièces d'une Machine.* C'est un grand défaut que de ne pas donner une position avantageuse aux Pièces d'une Cadranature.

*Potée.* Etain calciné & réduit en poudre très-fine pour donner le dernier poli à l'acier. *Potée d'Emerie* se dit de la poudre que l'on trouve sous les Meules à tailler des pierres fines.

*Potence.* C'est un espece de Cocq posé perpendiculairement sur la Platine d'une Montre ou Pendule pour contenir la Verge du Balancier , & pour soutenir la Rouë de Rencontre. *Contre-potence*, Piece qui soutient la Tige de la Rouë de Rencontre d'une Montre.

*Poulie.* Est un cercle dont la circonference est faite en rainure pour contenir une corde.

*Poussoir.* C'est le pendant ou le bouton d'une Montre à Répétition.

*Projections.* Termes de Méchanique & de Statique. La projection d'un poids , c'est le mouvement d'un poids jetté par une puissance , ou la ligne que ce poids décrit par son mouvement. La projection est ou verticale , ou horizontale , ou composée de la verticale , ou de l'horizontale : on peut concevoir la pesanteur comme une cause extérieure agissant perpendiculairement de haut en bas sur la surface de la terre , & par conséquent agissant avec moins de force sur le corps qu'elle ne rencontre pas selon la ligne perpendiculaire , elle rencontre dans cette ligne les corps qui se meuvent en l'air , soit verticalement , soit horizontalement , & par conséquent ce sont ceux sur lesquels elle a le plus de prise & qu'elle rabat le plus vîte contre terre ; d'où il suit

que ceux qui se meuvent selon une ligne qui soit précisément moyenne entre la verticale & l'horizontale, c'est-à-dire, inclinée de 45 degrés à l'horizon, sont ceux que la pesanteur fait tomber le plus tard, tout le reste étant égal; en un mot que la projection faite sur l'angle de 45 degrés est celle qui a la plus grande portée horizontale. C'est sur ce principe qu'est fondé l'art de tirer le Canon & les Bombes.

*Proportion.* Deux raisons égales font une proportion. Il faut voir là-dessus les *Livres de Geometrie*.

*Puissance.* Terme de Méchanique se dit de ce qui doit agir pour mouvoir ou pour soutenir un poids.

*Pulsation.* Terme qui signifie l'avantage d'un Levier pour en faire mouvoir un autre. Une Rouë qui engrenne près du centre d'un Pignon, a moins de pulsation que si elle agissoit sur un Pignon d'un plus grand diametre.

## Q

*Queuë-de-Rat.* Sorte de Limes qui n'ont point besoin de manche parce qu'elles ont une grande queuë.

*Queuë d'aronde.* Est une petite coulisse plate d'un côté, & ronde de l'autre. On employe des Queuës d'arondes en plusieurs occasions dans l'Horlogerie. On en met une au nez de la Potence d'une Montre pour faire l'Echappement.

## R

*Racloir.* Est un Outil ainsi appellé, qui sert à effacer les traits de la Lime sur une Plaque de cuivre.

*Rarefaction.* Action par laquelle les parties d'un corps s'étendent & occupent plus de place; ordinairement c'est la chaleur qui produit cet effet. La Verge d'un Pendule est allongée par le chaud, & racourcie par le froid. On a remarqué que les Verges d'acier étoient moins sensibles que celles de cuivre.

*Rateau.* C'est une portion de Rouë dentée qu'on employe différemment dans les Montres. C'est un Rateau qui fait avancer & retarder le mouvement. Dans les Répétitions anciennes c'est un Rateau qui fait compter les heures. On l'appelle aussi *Cramailleur*.

*Rayon*

*Rayon.* C'est une ligne droite tirée du centre d'un cercle jusqu'à sa circonférence.

*Rectangle.* Terme de Géométrie, signifie une figure qui a un ou plusieurs angles droits. Quatre lignes parallèles éloignées à telle distance que l'on veut, forment un parallélograme rectangle.

*Recuire.* C'est rougir les Metaux pour les amolir & les rendre plus malléables.

*Recule.* Se dit du mouvement d'un corps qui recule par le choc d'un autre. *Recule d'échappement*, est celui que les vibrations d'un Balancier donnent à la Rouë de Rencontre par ses Palettes.

*Reculer.* Limes que l'on appelle ainsi à cause qu'elles ne sont pas taillées d'un côté.

*Réflexion.* Quand un corps en mouvement en rencontre un qu'il ne peut ébranler, & qui l'empêche de continuer son mouvement sur la même ligne, il faut nécessairement qu'il commence à se mouvoir sur une autre ligne. Si son mouvement, par exemple, étoit de haut en bas, il sera de bas en haut; s'il étoit de gauche à la droite, il sera de droite à la gauche. Ce changement de déterminaison, ce détour s'appelle *Réflexion*. Voyez *Mouvement*.

*Regule.* Petit poids qu'on plaçoit sur le *Foliot* ou *Balancier* ancien des Horloges pour le regler.

*Repers.* C'est une marque que l'on fait aux dents des Rouës & Pignons où elles engrennent. Les Rouës de Sonnerie sont ordinairement reperrées pour que la situation des Sonneries se rencontre toujours la même. Un Carré bien ajusté a besoin d'un Repers pour être remis à sa vraie place, &c.

*Répetition.* C'est une Montre ou une Pendule dans lesquelles en poussant le bouton de l'une, ou tirant le cordon de l'autre, répètent autant de fois que l'on veut l'heure qu'elles marquent.

*Resingle.* Outil avec lequel on redresse les Boîtes bosselées.

*Ressort.* Lame d'acier trempé longue & foible qui s'enveloppe autour d'un Arbre, étant dans un Barillet, pour tirer le mouvement d'une Montre ou Pendule. Il y a des Ressorts dans l'Horlogerie de plusieurs formes, & employés à divers usages. *Ressort Spiral*, est une très-petite Lame tournée spiralement que l'on applique au Balancier d'une Montre pour regler les vibrations.

*River.* C'est refouler à coups de Marteau le Métal pour fixer deux ou plusieurs Pièces ensemble.

*Rocket.* C'est une Rouë plate dont les dents se terminent en pointes. Ces fortes de Rouës sont ordinairement en usage pour les échapemens & pour bander les Ressorts, &c.

*Rofette.* C'est un petit Cadran numeroté à volonté pour indiquer seulement le côté qu'il faut tourner l'Aiguille pour retarder ou avancer le mouvement d'une Montre.

*Rouage.* C'est plusieurs Rouës dentées qui engrennent dans des Pignons & qui font mouvoir tout ce que l'on veut.

*Roue avec son Arbre,* est une des Machines simples, le poids est appliqué à l'Arbre, & la puissance à la Rouë, & il est visible que la Rouë & l'Arbre qui traversent tournans ensemble, un tour que fait la Rouë est plus grand qu'un tour que fait l'Arbre, & cela par la même raison que la circonférence de la Rouë est plus grande que celle de l'Arbre, ou ce qui est la même chose, le demi-diamètre de la Rouë plus grand que celui de l'Arbre, la puissance fait donc plus de chemin que le poids, & a plus de vitesse, dans cette même proportion du demi-diamètre de la Rouë à celui de l'Arbre, & par conséquent la force est augmentée; & une petite puissance peut soutenir ou élever un grand poids. Voyez *Machine & Mouvement.*

*Rouleau.* Corps de figure cylindrique dont on se sert dans les Mécaniques; dans les grosses Horloges les Rouleaux sont de bois, autour desquels s'enveloppe la corde qui élève les poids. *Rouleau* se dit de deux cercles placés excentriquement de l'un à l'autre pour que les deux circonférences forment un angle obtus sur lequel pose le bout d'un Arbre pour diminuer les frottemens.

## S

**S** *Autoir.* Est une espece de Cliquet qui sert à retenir l'Etoile d'une Répétition. On l'appelle aussi *valet de l'Etoile.*

*Seconde.* C'est la soixantième partie d'une minute d'heure & d'une minute de degré.

*Socle, base ou pied d'estal* d'une Boëte de Pendule.

*Soudure.* Métal composé de deux tiers d'argent & un tiers de leton pour soudier avec du borax une assiette de cuivre sur un Arbre d'acier ou de leton avec une autre piece de pareil Métal.

*Sourdine.* Petit Bouton qui sort d'une Boëte de Montre à Répétition, contre lequel on met le doigt pour sentir les coups que la Répétition frappe.

*Statique.* Science par laquelle on acquiert la connoissance des poids, des centres de gravité, & de l'équilibre des corps naturels. Cette science consiste purement dans la théorie, & est fort nécessaire pour former un bon Horloger.

*Superficie* en Géométrie. Surface étendue en long & en large qui n'a point de profondeur. La superficie du plan incliné doit être dure & bien polie pour donner de la douceur aux frottemens.

*Surprise.* Piece mobile sous le limaçon des quarts d'une Répétition. Cette Piece sert à prévenir le Rateau pour que la Répétition ne mécompte pas.

*Symetrie.* Rapport de parité, soit de hauteur, de largeur ou de longueur des parties pour composer un beau tout.

## T

**T***Alon.* Partie de la Potence qui soutient la Verge de Balancier.

*Talus.* Est un plan oblique formé au bout d'un Levier pour le mouvoir.

*Tambour.* Se dit d'un cylindre sur lequel sont placées des notes selon l'art de la musique pour faire jouer un Carillon.

*Tangente.* C'est une ligne droite tirée sur la circonférence d'un cercle qu'elle touche en un point.

*Taraud.* Outil dont on se sert pour former les pas de vis dans un trou.

*Tenon.* Sont des Pieces qui servent à l'assemblage des Ouvrages d'Horlogerie.

*Terme.* En Méchanique se dit d'un point fixe, ou d'une Piece qui se meut, & qui revient toujours au même endroit. Une détente de Sonnerie peut être appelée *Terme*.

*Tige.* Voyez *Arbre*.

*Tiers-point.* On appelle ainsi les Limes qui sont formées de trois angles.

*Tourne-à-gauche.* Outil propre à tourner de gros Tarauds & Egalissoirs, &c.

*Traverse.* Ce terme porté avec soi sa signification. C'est une barre plus ou moins grosse qui est placée horizontalement dans les Machines.

*Trempe.* C'est donner une qualité dure à l'acier en le jettant

tout rouge dans de l'eau froide : on lui donne ensuite le recuit, selon l'usage que l'on veut faire de l'Outil que l'on trempe.

*Triangle.* Figure comprise sur trois lignes, & qui a par conséquent trois angles.

## V

*Vibration.* Est l'arc de cercle qui décrit un poids suspendu mis en mouvement. Le Balancier d'une Montre en mouvement se dit aussi, *mis en vibration.*

*Villebrequin.* Outil propre à faire tourner des Egalissoirs.

*Virolle.* Est un petit Canon que l'on met à un manche de lime ; il y a des Virolles sur les Arbres des grands ouvrages mal faits, pour en ôter le jeu, &c.

*Vis.* Est un cylindre cannelé en ligne spiral qui entre dans un écrou dont l'intérieur du trou est formé de même. La distance des filets de la Vis s'appelle *pas*. Plus la Vis est grosse & les Pas ferrés, plus elle multiplie sa force.

*Vis-sans-fin.* Elle sert à bander les Ressorts d'une Montre. On l'emploie communément pour faire mouvoir des Rouës lentement.

*Volant.* C'est une Piece de Leton placée sur la tige du dernier Pignon du Rouage d'une Sonnerie pour ralentir la distance des coups.

*Volume.* Terme pour distinguer la grosseur des Horloges.







DESCRIPTION  
DES OUTILS  
SERVANS  
A L'HORLOGERIE.

PLANCHE PREMIERE.

FIGURE 1.



EST un gros Marteau pour servir à forger les Plaines & les Rouës sur un Tas ou petite Enclume.

*Fig. 2. & 3.* Representent les Tas ou Enclumes. Ces Tas sont placés sur de gros Billots, pour avoir plus de résistance. Le Tas 2. est ordinairement poli de même que les Marteaux, qui sont de différentes grosseurs, & qui servent tant à planer, qu'à une infinité d'autres occasions.

*Fig. 3.* Est une Bigorne quarrée, ce qui la rend propre à différents ouvrages : il y en a de rondes.

Le Tas 4. est ambulant sur l'Etabli ; il est commode dans quantité d'occasions.

*Fig. 5.* Est une Bigorne ronde d'un côté & quarrée de l'autre : elle se place à l'Etau qu'on trouvera à plusieurs Planches.

Les Tas *Fig. 6. 7. 8. 9. 10. & 13.* se mettent aussi dans l'Etau ; le besoin qui se rencontre en travaillant indique leurs usages.

*Fig. 11.* Est un Tas pour étamper des Rouës de Champ' & des Rouës de Rencontre de Pendule. On en a de plusieurs grandeurs.

*Fig. 12.* Est un Crochet qui se met à l'Etau avec le Tas 11. & la Rouë, pour empêcher que le Tas ne glisse de l'Etau.

*Fig. 14. & 15.* Sont des Marteaux d'Etabli ; il y en a de gros ; il y en a de petits & de différentes formes : les uns ont la tête plate, d'autres ronde ou demi-ronde, de même que les panes.

## P L A N C H E I I.

## F I G U R E I.

**E**ST un Tuyau qu'on appelle *Chalumeau* : il sert à souffler la lumière d'une lampe ou chandelle sur une pièce qu'on veut souder ou tremper.

*Fig. 2.* Est une boîte dans laquelle on renferme le Borax broyé : on le fait tomber sur la soudure par le canon en raclant dessus les crans.

*Fig. 3.* Est une grosse Cifaille qui se met dans l'Etau pour couper le cuivre & différentes choses. Il y en a de beaucoup plus grosses.

*Fig. 4.* Est une Lame tranchante des deux côtés ; les tranchans ont la forme de celui d'une Cifaille : cet Outil porte un grand manche ; on l'appelle *Racloir* : son usage est de racler les Plaques & Platines, pour effacer les traits de la lime ; ce qui fait beaucoup de diligence.

*Fig. 5.* Est un Compas droit à coulisse, pour couper de grands cercles de cuivre.

*Fig. 6.* Est un Outil qu'on appelle *Tourne-à-gauche* : il sert à tourner de gros Tarauds de Filière & des Egalissoirs.

## P L A N C H E I I I.

## F I G U R E I.

**E**ST une grande Scie pour scier du cuivre, la Lame est bandée par la vis 4. & le bout du manche 3. dans lequel traverse une pièce de fer taraudée où la vis 4. passe ; cette lame est faite de ressort de Pendule.

*Fig. 2.* Est une autre petite Scie à vuidier des ornemens.

*Fig. 5.* Est un Vilebrequin dans lequel on place des Egaliffoirs, comme la *Fig. 6.* pour croître les trous : on y met aussi des Fraizes de plusieurs formes. Cet Outil fait une grande diligence.

## P L A N C H E I V.

## F I G U R E I.

**E**ST un grand Tour qui se met à l'Etau par le côté A. qui est garni de deux plaques de cuivre pour ne pas gâter la raille de l'Etau.

L'Ouvrage se met entre les deux pointes B. C. lesquelles ont plusieurs petits trous pour faire entrer les pointes ou pivots des pieces qu'on tourne. On change ces pointes de bout selon que l'ouvrage l'exige. La Poupée D. est arrêtée par sa vis, & se meut à coulisse. E. Est le support qui hausse, baisse, & tourne à volonté.

*Fig. 7.* Est la piece qui tient celle *Fig. 6.* & celle-ci tient le support E. Ces trois Pieces permettent par leurs constructions d'être placées à la volonté de l'Artiste.

*Fig. 8.* Est une Plaque percée de trous de différentes grandeurs qu'on appelle *Lunette* ; sa principale propriété est pour tourner le bout des Arbres & des Pivots.

*Fig. 2.* Est un petit Tour qui se place à l'Etau par le bout A. Les Poupées sont fixes, il n'y a que les pointes de mobiles, le support est fait sur le principe du grand Tour, *Fig. 1.*

*Fig. 3.* Est un autre petit Tour, sans support, qui se met de même à l'Etau, les pointes sont mobiles.

*Fig. 4. & 5.* Sont d'autres Pointes à Lunette, & propres à rouler les Pivots.

## P L A N C H E V.

## F I G U R E I. 2. 5. &amp; 6.

**R**epresentent des Arbres lisses, tournés bien ronds, sur lesquels on tourne des Canons de Rouës & quantité de pieces. On a beaucoup de ces Arbres de différentes grosseurs & grandeurs, pour être assorti-

*Fig. 3. 7. 8.* Sont des Arbres à vis qui ont des affiettes rondes & droites, sur lesquels Arbres on ajoute différentes pièces pour les tourner, on les fait tenir par les Ecroux 4. & 9.

*Fig. 10. 11. 12.* Sont des Forets; on en a une quantité de différentes grosseurs & grandeurs.

*Fig. 13. & 15.* Sont des Fraizes propres à noyer des têtes de vis en cône & à d'autres usages.

*Fig. 16. 19. 20.* Sont d'autres Fraizes propres pour dresser le fond d'un Barillet, celui d'une Rouë de Champ, & pour raccourcir des Piliers de Cage, &c.

*Fig. 21.* Est une espèce de Foret qu'on appelle aussi *Fraize*, pour creuser quarrément les bords d'un trou, pour y noyer, par exemple une tête de vis; il y en a de plusieurs grosseurs.

*Fig. 17.* Est encore une Fraize qui se place sur le Tour pour creuser la place d'un Crochet de Chaîne sur la Fusée.

*Fig. 18.* Est un Arbre en forme de Pince, dans lequel on met le quarré de la Fusée pour la polir sur le Tour; si la Fusée ne se trouve pas ronde, l'affiette du Cuivrot A. se meut excentriquement en desserrant les deux vis.

*Fig. 22.* Est le modèle de plusieurs Alézoirs & Egalissoirs pour croître & arrondir les trous des Pivots & autres.

*Fig. 23.* Est un Outil à river; il y en a de plusieurs grandeurs & de différentes formes.

*Fig. 24.* Est un Outil pour chasser les Arbres lisses pour ne pas gâter leurs pointes.

*Fig. 25. 26. & 27.* Sont des Pincettes de différentes formes; il y en a de toutes grosseurs & grandeurs.

*Fig. 28. & 29.* Sont des Tenailles à couper.

*Fig. 30.* Est un Calibre pour égaliser les Pignons, & pour prendre leur grosseur.

*Fig. 31.* Est une Pince pour tourner les Spiraux; le dedans est convexe d'un côté & concave de l'autre.

*Fig. 32.* Est une Pincette double, propre à placer les Spiraux; on l'appelle *Bruxelles*.

*Fig. 33.* Est un Arbre sur lequel on plie les Ressorts de Montre pour les mettre & pour les ôter des Barillets.

*Fig. 34.* Est un Pointeau. Les Horlogers ont encore quantité d'autres petits Outils très-nécessaires, comme des Quarrés à étamper, des Poinçons ronds & plats, &c. qui ne sont pas ici représentés.

## P L A N C H E V I.

F I G U R E 1. &amp; 2.

**S**ONT des Tenailles à vis qui servent à quantité d'Ouvrages ; il y en a de plusieurs grandeurs.

*Fig. 3.* Est une autre Tenaille à vis faite de bois ; elle est commode pour tenir des Pièces polies.

*Fig. 4. 5. 6. & 9.* Sont des Tenailles à Boucle. A. A. Sont les Boucles que l'on tire pour ferrer la Pièce que l'on veut travailler.

*Fig. 7. & 8.* Sont des Presses à river les Rouës , de même que la *Fig. 10.*

*Fig. 11. & 12.* Sont des Cuivrots à vis.

*Fig. 13. & 14.* Sont leurs plans ; ces Cuivrots sont bons pour mettre sur des tiges de Pignons & de Balanciers , mais on en a ordinairement quantité de simples de toutes grosseurs & grandeurs.

## P L A N C H E V I I.

**C**E sont des Limes de différentes tailles & formes qu'on appelle *Limes d'Allemagne, Crapone, à Tiers-point, à charniere, à reculer, ronde, demi-ronde, à queue de Rat, à étirer, quarrelette, d'entrées, à arrondir, demi-ronde, taillée des deux côtés, à feuille de Sauge rudes & douces, à égaliser, à Couteaux, & à Couteau à flanquer, à Roué de Rencontre, à Pivot, à Crochet, &c.* Toutes ces Limes sont de plusieurs grandeurs, formes & tailles, les unes ne sont taillées que d'un côté, les autres le sont partout ; enfin on ne peut décrire tous leurs usages ni leurs formes, il faut nécessairement une pratique consommée pour le savoir.

## P L A N C H E V I I I.

F I G U R E 1. 2. &amp; 3.

**S**ONT d'autres Limes ; la première est à dossier, & 2. 3. sont des Limes quarelettes rudes.

*Fig. 4.* Est un Egalezoir carré ; il y en a à 5. & à 6. pans de

toutes grandeurs & grosseurs, il y a des Alizoirs ronds en mêmes quantités & grandeurs.

*Fig. 5. 6. & 7.* Sont des formes de Limes de Cuivre rouge, jaune, d'étain & d'acier de toutes grandeurs, mais qui ne sont point taillées, sur lesquelles on met de l'Emeri, & de la Potée d'Etain pour polir; il y en a de pareilles formes faites d'acier bien trempé & poli qu'on appelle *Brunissoirs*.

*Fig. 8.* Est une Tenaille à Boucle, dont son manche est percé pour y passer du fil de laiton propre à faire des Goupilles.

*Fig. 9.* Est un Crochet propre à faire faire les effets d'une Cadrature de Montre à répétition; ce Crochet est commode pour pousser le Rateau quand on veut égaler le Limaçon des heures.

*Fig. 10.* Est une Tenaille à vis enmanchée.

*Fig. 11. 12. & 13.* Sont des Eurins pour le Tour.

*Fig. 14.* Est un double Crochet commode pour remettre les Pivots des Rouës dans leurs trous, lorsqu'on remonte un Mouvement de Pendule.

*Fig. 15.* Est un Canon quarré pour tourner les vis sans fin de Montre; il y en a de toutes grandeurs.

*Fig. 16.* Est un Outil propre à polir les bouts des vis quand on a été obligé d'en limer après être finies.

*Fig. 17.* Est un Echantillon pour égaler les dents des Rouës de Rencontre de Montre & de Pendule. Un tel Outil bien fait & bien ajusté sur une grande Rouë, par exemple de 15. on en peut facilement égaler une petite de même nombre, parce que l'angle étant parfaitement formé du rayon du Cercle de 15. on n'a plus besoin d'y toucher pour toutes sortes de Rouës de ce nombre.

*Fig. 18.* Est un autre Echantillon à égaler des Rouës de Rencontre; mais quand il est ajusté sur une grandeur, il ne l'est pas pour une autre, il n'est pas si commode que le premier.

*Fig. 19.* Est un Crochet pour remonter le Rouage d'une Répétition de Montre.

*Fig. 20.* Est un Outil pour placer une Rouë de Rencontre droite.

*Fig. 21.* Est un autre Echantillon pour égaler des Rochets & des Rouës de Rencontre, le bout A. est taillé en Lime.



## P L A N C H E I X.

## F I G U R E 1.

**E**ST un Compas ordinaire qui porte 4. pointes , favoir la pointe à couper A. celle à tête B. & deux autres à pointes pareilles à celle marquée 11. L'Erou E. porte une Eguille qui marque les degrés sur le Cadran 12. ce qui facilite à faire une division très-juste , le reste du Compas est bien connu.

*Fig. 2. 3. 4. 5. 6. 7. & 10.* Sont des Compas qui servent à différentes choses. Celui 4. est pour prendre la hauteur des Cages d'un côté , & l'autre donne la hauteur des Tiges. Celui 5. est pour mettre des Balanciers droits & de pesanteur. A. est un Support & B. une Barette & une vis pour arrêter le Compas.

*Fig. 6. & 7.* Sont des Compas d'épaisseur autrement dit *Huit de Chiffre*.

*Fig. 10.* Est pour <sup>un compas</sup> prendre de certaines mesures comme la hauteur des Pilliers d'une Montre. 3. Est un Compas à ressort ; il y en a où l'on ajoute des pointes faites dans la forme des *Figures 8. & 9.*

## P L A N C H E X.

## F I G U R E 1.

**E**ST une Platte-forme pour égaler les Rouës de Rencontre. Cette Rouë est placée au centre ; elle est fixée par le Cercle & par l'Erou C.

*Fig. 10.* Est un Compas pour placer la Rouë de Rencontre au centre.

*Fig. 2.* Est un Alidade qui entre sur le Pivot de la Rouë de Rencontre , la Palette S. profil 12. donne contre les dents , l'Alidade se meut au point A. on l'écarte jusques sur un des points du Cercle de même nombre que la Rouë , & on conduit l'Alidade de dent en dent ; on choisit la plus foible pour y conduire la Branche *r.* ensuite on recommence le tour , & on en ôte des dents qui empêchent le Bras A. *r.* d'approcher des points de la Platte-forme , par ce moyen la Rouë est parfaitement égale , & en très-peu de tems.

*Fig. 1. 5. 6. & 7.* Sont des Fillieres doubles, les développemens de celle *Fig. 6.* Sont E. D. & H. FF. Sont les Couffinets. G. Est le corps du Chassis démonté & renversé.

*Fig. 3. & 4.* Sont des Fillieres simples.

*Fig. 8.* Sont des Tarauds.

*Fig. 11.* Est une Equerre.

*Fig. 9.* Est une Alidade.

## P L A N C H E X I.

### F I G U R E I.

**E**ST un grand Compas pour prendre les hauteurs des Arbres des Rouës. On présente le pied dans la Cage à l'endroit où l'on veut placer la Rouë, le Ressort tendant à écarter les jambes contre les Platines, on les arrête avec la vis C. Les deux branches N. M. donnent la hauteur que doit avoir l'Arbre; ce Compas est d'une grande commodité.

*Fig. 3.* Est une Platte-forme sur laquelle est tiré trois ou quatre rayons de chaque cercle, pour s'en servir de cette sorte. Quand on a, par exemple, un Pignon que l'on veut faire servir avec une Rouë de Cent, pour avoir la grandeur de cette Rouë on prend le Compas E. La Jambe *p.* est faite comme un Calibre à pignon que l'on ouvre & ferme avec la vis *g.* on prend avec ce Calibre la distance de deux dents du Pignon, c'est-à-dire, la distance de deux rayons, ensuite on porte la tête F. au centre de la Platte-forme, on ouvre le Compas jusqu'à ce que les deux pointes *p.* soient justes sur les rayons du cercle de Cent; cela donne la grandeur de la Rouë, pour qu'elle ait rapport à engrenner dans le Pignon que l'on veut faire servir. Cette méthode est commode en bien des occasions.

*Fig. 4.* Est une grosse Fraise, sur l'Arbre de laquelle on met un Cuirot pour placer l'Archet, & avec une Palette, comme les Arquebusiers en ont, que l'on met contre l'estomac pour chanfreindre un gros trou, percer, &c.

*Fig. 5.* Est une Lamè assez foible tranchante des deux côtés, qu'on appelle *Spasule.* Elle est utile pour broyer de l'Emeri, ou plutôt pour s'assurer s'il n'y auroit point de grain capable de faire des traits sur la Piece que l'on poli, ou met l'Emeri ou Potée sur la Plaque *Fig. 6.* qui est d'acier convexe & poli.



*Fig. 7.* Est une espece de Bigorne que l'on appelle *Tillet* ; on le met à l'Etau. La superficie A. est ronde, & propre pour redresser, par exemple, des Boëtes de Montre ; il en faut de plusieurs formes & grandeurs.

*Fig. 8.* Est un Outil qui sert aussi à redresser des Boëtes ; on l'appelle *Resingle* ; on la tient dans l'Etau par Z. & en frappant vers le milieu, le bout Y. fait ressort & redresse les bossés qui sont dans la cavité de la Boëte.

*Fig. 9.* Est une Loupe qu'il ne faut pas oublier, parce qu'elle est fort nécessaire pour découvrir de certains défauts que les yeux ne peuvent pas voir.

*Fig. 10.* Est un espece de Compas fort commode pour reboucher des trous de Pivots ; on présente une des pointes dans le trou que l'on veut reboucher, les deux autres pointes donnent deux petits points, ensuite on grandit le trou, on le rebouche, & on rapporte les deux mêmes pointes dans les points qu'elles ont fait. La troisième marque la vraie place du vieux trou ; c'est un Outil de l'invention du Sr Beljean, A. est le plan.

*Fig. 11.* Est un Arbre à polir des Balanciers sur le Tour. La partie B. est un Canon dans lequel passe la Verge, l'assiette 1. est aussi percée, le Balancier s'applique contre, & est arrêté par l'assiette du Canon B. & deux vis ; de sorte qu'avec cet Outil on poli parfaitement le cercle d'un Balancier

---

## P L A N C H E X I I.

### F I G U R E 1.

**E**ST un Outil pour mettre des Ressorts des Montres dans les Barillets. A. B. est un Chassis qui se place sur l'Etau, dans lequel Chassis est placé un Arbre qui porte d'un côté la Manivelle C. avec un Rocket, un Cliquet & son Ressort. Du côté A. l'Arbre porte un Canon quarré dans lequel s'ajustent plusieurs Arbres qui ont chacun leurs Crochets. D. E. est une Barre plate qui fait charniere au bout E. elle est maintenüe dans une entaille F. & le bout D. porte un Crochet ; on voit que si on présente un Ressort à l'Arbre G. qu'en tournant la Manivelle, que le Ressort s'enveloppe autour de l'Arbre, l'autre bout du Ressort est retenu par le bout de la Barre D. qui s'approche de l'Arbre G. autant que le Ressort l'y oblige ; le Ressort étant ainsi enve-

loppé ou plié, on présente le Barillet, on leve le Cliquet, & on laisse doucement retourner la Manivelle, ensuite on retire la Machine.

*Fig. 5.* Est une autre Machine sur le même principe pour mettre les Ressorts de Pendule dans leurs Barillets. A. est le profil, & B. le plan du côté que le Ressort s'enveloppe. X. est une pièce qui se met à un de ses bouts par la vis N. & l'autre porte le Crochet 4. en tournant la Manivelle on enveloppe le Ressort autour de l'Arbre *r.* son autre bout sera retenu par la Pièce X. & son Crochet 4. cela étant il n'y a plus qu'à présenter le Barillet & lever le Cliquet Z. en laissant retourner la Manivelle E. doucement jusqu'à ce que le Ressort se développe dans le Barillet, ensuite on démonte la vis N. pour retirer plus aisément le Crochet. X. H. est une espèce de Pont qui maintient l'Arbre que le Rochet porte; cet Arbre est creux, & celui *r.* passe quarrément au travers où il est retenu par la vis & par l'Écrou K.

*Fig. 2.* Est une Plaque sur laquelle on met plusieurs Arbres de Barillets avec leurs encliquetages pour bander les Ressorts A. B. C. & les mettre en presse plusieurs jours avant que d'égaliser la Fufée; cette précaution est nécessaire.

*Fig. 3.* Est un Outil qu'on appelle *Guide-Forêt*. Quand on perce, par exemple, les trous d'une Platine on passe la Broche A. au travers du Guide, la pointe donne dans le point que l'on veut percer, on arrête le Guide avec une Tenaille à vis, & on met le Forêt en place de la Broche A. On ne peut percer que fort droit par ce moyen.

*Fig. 4.* Est une sorte de Compas qui a différentes propriétés.

---

## P L A N C H E X I I I.

### F I G U R E I.

**E**ST une Machine pour égaliser une Fufée dans la Cage sans la démonter; pour cet effet on met la Cage sur trois griffes *Figure 2.* le plan de ces trois griffes est *Figure 5.* La Cage & ces griffes sont vues de côté sur la Machine qui est tenue dans l'Étau par le tenon A. La Barre B. C. porte deux Poupées comme celles d'un Tour, mais elles sont fixes & tournées différemment, comme on le voit, les griffes portent une Broche D. qui passe dans la tête de la Poupée, qui est arrêtée avec une vis comme la pointe

d'un Tour ; ce qui fait qu'on peut tourner la Cage à sa commodité. La seconde Poupée C. tient aussi une Broche parallèle à celle qui tient la griffe ; sur cette Broche se meut le Burin E. que l'on baisse sur les filets de la Fusée , de sorte que le Barillet , la Chaîne & la Fusée étant dans la Cage , & le Ressort bandé , on ajuste le Levier 3. sur le quarré de la Fusée , & on place le poids F. dans un endroit où elle puisse faire équilibre avec le Ressort ; cela étant ainsi disposé , on tourne le Levier en examinant à chaque tour si le poids continué à faire équilibre avec le Ressort ; si le poids l'emporte , il faut racourcir le Levier en le changeant de place ; mais si au contraire c'est le Ressort avec le Bras & le Burin qui est au bout , on enfonce les filets de la Fusée à l'endroit où elle est trop grosse , on continué ainsi en tatonnant jusqu'à ce qu'il paroisse une équilibre raisonnable ; ce qui est d'autant plus commode qu'il ne faut pas à tout moment démonter la Fusée , comme on est obligé de faire par la méthode ordinaire.

*Fig. 4.* Est une Planchette où sont ajustées trois Griffes pour tenir des Mouvements dans une situation vertical , les deux Griffes d'en bas sont attachées sur la Plaque , & celle d'en haut A se meut à coulisse pour ferrer le Mouvement. Cet Outil est de l'invention du S<sup>r</sup> Mazurier.

*Fig. 6.* Est un pareil Levier que celui qui tient à la Machine pour égaler les Fusées. On se sert ordinairement de cet Outil seul , sans autre composition ; mais il faut démonter la Fusée bien des fois avant qu'elle soit égale ; ce qui fait qu'on lui passe souvent des irregularités qu'on ne feroit pas avec la Machine *Fig. 1.* qui est par conséquent plus parfaite & plus diligente. Un Horloger a prétendu avoir perfectionné ce Levier en mettant le poids parallèle à la pince ; tous ceux qui l'ont fait avant lui n'ont pas crié se devoir faire honneur de si peu de choses.

## P L A N C H E X I V.

## F I G U R E 1.

**E**ST une Poupée qui s'ajoute à un grand Tour ; ce qui forme un Tour qu'on appelle *Tour en l'air*. L'Arbre A. B. est tenu solidement entre deux Poupées du côté A. & de celui B. Le côté B. est un cône qui entre dans un trou de même figure ; cet Arbre est creux & y entre quarrément , la Fraize C. que l'on ferre avec

une vis *r.* *Figure 2.* est le développement. Avec un pareil Tour & les Arbres qui s'y ajoutent, on tourne des Boîtes de Montres, &c.

*Fig. 3.* Est une Machine que j'ai imaginé pour polir des Marteaux de Répétition & des Ressorts de Cadran, le Marteau est arrêté au centre des deux portions de cercle, la Plaque G. tient le Marteau ferré avec des vis, les portions de cercles ont plusieurs trous pour placer les pointes du Tour. Si on veut, par exemple, polir la tête du Marteau *r. s.* on tient la Machine à l'endroit où sont les pointes A. B. pour qu'elles se rencontrent en ligne droite au plat du Marteau, & qu'elle cede aisément par son équilibre à l'irrégularité de la main. Si on veut polir la partie *r.* on place les pointes aux endroits C. D. de même qu'à E. F. quand on voudra polir l'endroit S. On voit que par ce moyen on peut mettre toutes les parties d'un cercle en équilibre sur le Tour, & les polir aussi plates & aussi aisément que l'on fait le quarré d'une Fusée sur le Tour; pour polir les deux côtés de la tête du Marteau, on le change de situation. On poli les Ressorts de Cadrans avec une pareille Machine ajustée exprès au contour du Ressort.

*Fig. 4.* Est une Machine qu'on appelle *Lanterne à Cardan*; mais au lieu que son usage est de servir de suspension aux Bouffolles, &c. Le Sr Allard en a fait une autre application en la destinant à dresser & à polir des faces de Pignons; il ajoute au centre plusieurs Pièces d'acier dont les trous sont de grandeur à contenir les tiges de Pignons; on tient cette Machine d'une main & on tourne le Pignon de l'autre, au moyen de l'Emeri & de la Potée on poli facilement & dans une grande perfection les faces des Pignons & en peu de tems. Quoique cet Outil soit bien aisé, il a cependant sa difficulté quand la tige est courte. Pour remédier à cet inconvénient je fais tourner la Lanterne & je tiens le Pignon à la main.

La *Figure* marquée 5. sert d'addition à la Machine à fendre les Rouës sans platte-forme qu'on trouvera à la Planche 23. Elle auroit dû être jointe à cette Planche; mais étant arrivée trop tard je n'ai pû la placer que sur celle-ci. Cette construction a été inventée par Mr Vayringe, Horloger de S. A. R. le Grand Duc de Toscane. Il prétend supprimer les différens Rochets que la Machine de la Planche 23. exige, il se sert toujours de la même vis monté sur un Chassis pareil, il donne à la grande Rouë  
qui

qui sert de Platte-forme 360. au lieu de 420. Voici sa description.

La Vis-fans-fin B. porte une Rouë de Champ C. de 60. dents. Cette Rouë engrenne dans un Pignon de 10. marqué D. renfermé dans la Piece coudée A. D. que l'on ne voit pas quand le Cadran E. *Fig. 6.* est monté. Ce Cadran est divisé en 60. parties comme celui d'une Montre ordinaire, il est fixé horizontalement par deux vis sur le bout du Chassis, & le Pignon D. passe au centre pour porter l'Aiguille F. Cette Aiguille est de deux pieces, la partie F. est d'acier, & la partie G. de laiton; elles sont enchassées l'une dans l'autre, de maniere qu'elles tournent ferme comme une tête de Compas; la partie d'acier porte un bouton qui lui sert de Manivelle, il y a sous l'interieur du Cadran une Platine H. qui sert à porter l'*Index* Y. il y a aussi une Platine marqué I. sur le derriere de la Rouë de Champ qui doit tourner ferme, sur laquelle est placé un bouton qui donne un coup contre le Ressort K. à chaque tour que la Rouë fait.

Monsieur Vayringe dit, que cette composition donne les nombre depuis 15. jusqu'à 129600. parties, en avançant l'Aiguille d'une division à chaque fois que l'on aura fendu une dent; par exemple, pour fendre une Rouë de 15. il n'y a qu'à diviser le nombre de 360. par celui de la Rouë qui est 15. il viendra 24. au quotient; ce qui fait voir qu'il faut faire 24. tours juste de la Rouë de Champ à chaque dent que l'on veut fendre, on tourne cette Rouë avec la Manivelle L. On commence à mettre le bouton contre le Ressort K. qui donne un coup à chaque révolution; ce qui facilite de compter les tours sans se tromper.

Mais si on veut fendre une Rouë dont il reste des parties après la division, c'est alors que le Cadran horizontal sert, par exemple, pour une Rouë de 59. dents, il vient au quotient 6. tours de la Rouë de Champ, mais il reste 6. lesquels il faut multiplier par 6. qui sont les révolutions que la Rouë de Champ fait faire au Pignon de 10. ainsi je dis 6. fois 6. font 36. ce font 36. minutes ou divisions qu'il faut ajouter aux 6. tours de Manivelle; ainsi pour fendre une Rouë de 59. il faut faire 6. tours de Manivelle & 36. minutes. Je suppose donc, avant de commencer à fendre, que l'on ait mis le bouton contre le Ressort K. ce qu'il faut faire à toutes les Rouës que l'on fendra, de même il faut que l'Aiguille F. soit sur 60. minutes; pour fendre la Rouë de 59. il faut poser l'*Index* Y. & l'Aiguille G. sur les 36. minutes excedentes de la division, comme elles sont placées au Cadran

*Figure 6.* ensuite on fendra la première dent, & pour la seconde il faut faire les 6. tours de Manivelle, & pousser avec le doigt l'Index Y. aux 36. minutes que marque l'Aiguille G. cela fait voir qu'il faut amener l'Aiguille F. avec son bouton, à la place où étoit celle G. marqué par Y. pour ajouter les 36. minutes à la dent que l'on fend; & l'Aiguille G. qui ne change pas son ouverture tant que la Rouë n'est pas fendue, se trouvera sur 11. minutes, qui sont les 36. parties pour la dent à venir, & ainsi de suite.

Il n'y a point de table de faire pour cette nouvelle méthode, on remarque seulement qu'il y a des nombres où il faut multiplier la Platte-forme par elle-même, & diviser le produit par le nombre des dents de la Rouë que l'on veut fendre, & encore diviser ce qu'il vient au quotient par 60. qui sont les parties du Cadran.

---

## P L A N C H E X V.

### *Machine à dossier pour fendre les Pignons.*

Cette Machine consiste en un Chassis A. B. C. D. qui porte une espee de Châpe B. E. dans laquelle entre à frottement le Coureau F. G. où la Lime est tenuë par des vis. Cette Lime est posée directement au-dessus du Pignon H. dont un bout de la tige est porté par l'étrier I. & l'autre bout est engagé dans l'extrémité de l'Arbre K. fixé au centre de la Plate-forme L. M. Le second Pivot de cette Platte-forme est soutenu par une forte vis N. garnie d'un contre-Ecrou, l'Arbre K. est soutenu par un montant P. qui peut se fixer à la hauteur que l'on veut, de même que les seconds supports Q. Q. qui servent à soutenir la tige du Pignon; ces supports sont de même fixés par deux vis, la Platte-forme contient les nombres nécessaires pour les Pignons. R. est l'Alidade dont l'usage est semblable aux Machines à fendre les Rouës; on voit qu'en mettant un Pignon sur la Machine, qu'il peut être fendu droit & égal, pourvu que le Chassis & le Dossier soit bien juste, & que la Lime soit parfaitement dans le centre du Pignon.

Il est certain que de toutes les Machines à fendre les Pignons, celle-ci est préférable, parce que la Lime résiste beaucoup plus qu'une Fraize, & qu'elle n'est pas si chere.

## P L A N C H E X V I.

*Machine ordinaire pour fendre les Rouës & les Pignons.*

Cette Planche represente toute la Machine de grandeur naturelle ; elle est disposée comme pour fendre un Pignon.

Pour la comprendre plus aisément, il faut voir le plan & profil *Figure 2. Planche 18.* Ces deux *Figures* sont réduites. *c. c. c. c.* est le Chassis qui se démonte par le moyen de deux Ecrous qui paroissent à chaque bout. Ce Chassis est fixé à l'Etai par le tenon *x.* il renferme l'Arbre *D.* sur lequel est attaché la Platte-forme *a. b.* Ce gros Arbre est percé pour en contenir quarrément plusieurs autres petits, qui sont fixés avec la vis *W.* Le colet de cet Arbre *D.* est en cône & tourne dans un trou de même forme fait à la traverse ; l'autre bout est mobile & retenu par le bout de la vis *Z.* arrêtée par un Contre-Ecrou.

On voit par cette disposition que le Pignon *G.* l'Arbre *D.* & la Platte-forme tournent solidement ensemble & très-juste, si le tout est bien fait.

Pour fixer à volonté la Platte-forme, on se sert de l'Alidade *E.* *Figure 1.* Elle est mieux vûë dans la *Planche 16.* Cette Alidade est fixée à un Tenon qui tient au Chassis, elle porte une vis dont le bout pointu entre dans les points de la Platte-forme qui a plusieurs cercles divisés des nombres que l'on a ordinairement besoin. Sur la traverse *C. 4. Figure 2. Planche 18.* est ajusté le coulant *A.* qui se trouve d'une autre construction que celui qui est marqué dans les autres *Figures.* Ce Coulant doit avoir deux Poupées & deux vis pointuës, comme il paroît dans la *Planche 17.* Entre ces deux vis est placée la Piece *M.* qui se meut librement comme une charniere bien faite entre les pointes *1. 2. Planche 17.* Cette Piece coudée contient encore la double Piece *H.* Entre les deux vis pointuës *3. 4.* Les deux vis *5. 6.* contiennent l'Arbre qui porte un Pignon *Fig. p.* & la Fraize *N.* le Pignon engrenne dans la Rouë *I.* qui est tourné avec la Manivelle *K.* Cet assemblage se meut comme deux Charnieres sur une même ligne.

Quand on veut fendre un Pignon, on met le petit Arbre *T.* *Planche 17.* dans le gros Canon *D.* de la Platte-forme, & on met sur la traverse du Chassis la Piece *H. H. Planche 16.* dont le profil est à côté *Figure 2.* Cette Piece étant arrêtée par deux

vis , on ajoute la Poupée L. pour maintenir le Pignon G. Cela étant ainsi disposé , on approche tout l'assemblage par le moyen de la vis N. N. & on fend le Pignon pour regler la profondeur des Aîles, on ajoute l'Equerre contournée I. K. *Planche 16.* contre laquelle glisse la Charniere qui porte la Fraize , qui est mal figurée dans cette *Planche*. Quand une dent est fendue on change l'Alidade d'un point pour en fendre un autre , &c. car on suppose que l'on sçait que pour fendre un Pignon de 14. l'on prend le trait ou cercle divisé en 14.

Quand on veut fendre des Rouës plates, on ôte l'Abre T. *Planche 17.* Pour en mettre d'autres en place avec des Ecrous, on ôte aussi la Piece H. H. *Planche 16.* la Poupée L. l'Equerre I. K. & la double Charniere H. *Planche 17.* ensuite on met un autre Arbre pareil à celui 7. 8. *Figure p.* qui engrenne dans la Rouë D. Dans cette diminution on approche le Coulant A. pour que la Fraize fende la Rouë, lorsqu'on appuye dessus & qu'on tourne la Manivelle E. pour regler la profondeur de la denture. Cela se fait par le moyen de la vis N. N. *Planche 16.* Quand on fend une Rouë de Champ c'est la vis Q. Q. qui regle la profondeur de la denture.

---

## R E C A P I T U L A T I O N

*Des Pieces de la Machine qui sont vûës dans la Planche 16.*

**C** C. C. C. est le Chassis. D. est le gros Arbre qui porte la Platte-forme. Cet Arbre contient celui 4. & plusieurs autres de differentes formes & grosseurs. M. est le Coulant qui porte deux petites Poupées avec des vis. O. P. est une Piece de la premiere Charniere. P. R. S est la seconde. T. R. est l'Arbre qui porte la Fraize V. N. N. est la Vis qui fait mouvoir les Charnieres. I. K. est une Equerre pour regler la profondeur des Aîles des Pignons. H. H. est un Tenon sur lequel est placée à Coulice la Poupée L. pour supporter les Pignons. H. *Figure 2.* est le profil. E. est l'Alidade. X. C. est un Tenon de la même Piece que le Chassis. X. est une Vis que l'on dessere quand on veut transporter l'Alidade sur un autre cercle.



P I E C E S  
 QUI PAROISSENT AU PLAN,  
 P L A N C H E X V I I I.

## F I G U R E 1.

**C** C. Est le Chassis. D. est la Vis qui porte une Manivelle pour faire avancer ou reculer le Coulant. A. B. est la Platte-forme. E. l'Alidade. Y. la Vis qui la serre dans son Tenon. E. F. deux Vis de Poupée du coulant. H. est une Rouë qui engrenne dans un Arbre qui porte les Fraizes, l'Arbre est mis en place de la seconde Charniere pour fendre des Rouës plates. G. G. sont deux Vis qui contiennent la seconde Charniere. N. N. sont deux autres Vis qui tiennent l'Arbre qui porte la Fraize P. I. est le Pignon. O. est une Rouë qui engrenne dedans pour faire tourner la Manivelle. 4. est le Pignon que l'on fend. T. est la Piece qui tient au Chassis pour porter la Poupée Q. S. S. R. sont trois Vis. V. est l'Equerre contournée qui regle la profondeur des Aïles des Pignons.

P R O F I L.  
 P L A N C H E X V I I I.

## F I G U R E 2.

**C** C. C. C. Est le Chassis qui est tenu dans l'Etau par le Tenon X. A. B. est la Platte-forme. D. le gros Arbre, lequel est percé pour placer quarrément d'autres Arbres qui sont ferrés par la vis W. 4. est une Plaque ronde pour garantir l'Arbre d'être gâté par la limaille. Z. est une Vis avec son Ecrou, pour supporter l'Arbre de la Platte-forme. A. est le coulant qui porte les charnieres. *Figure g. n. m. m.* est la Vis qui regle la profondeur des Rouës de Champs. *h. o.* Sont les Rouës qui font tourner l'Arbre qui porte les Fraizes. *i. p.* Est le plan de la Fraize & du Pignon de l'Arbre. *q. r.* Est la Poupée qui tient le Pignon. *t. t.* Est le support, G. le Pignon à fendre. Les 5. trous qui paroissent entre *f. m.* sont pour faire incliner la Fraize comme pour fendre une Rouë de vis-fans-fin.

---

## D E V E L O P P E M E N T D E L A P L A N C H E X V I I .

**A**. Est le coulant du Chassis sur lequel sont mûës les charnières. **B.** est une Vis pour fixer le coulant après la traverse du Chassis. **C. M. D. E.** est une piece de la charniere avec l'Arbre, la Rouë & la Manivelle qui fait tourner l'Arbre qui porte la Fraize. **H. I. K.** est une autre piece qu'on ajoute quand on veut fendre des Pignons. Cette assemblage est tenu avec le bout des Vis 3. 4. 5. 6. **N. Fig. P. p. 7. 8.** est l'Arbre qui porte les Fraizes. **R. R. R.** sont trois Arbres dont il y en a deux qui en contiennent d'autres plus petits, comme **R. f. f. f.** Sont les Ecrus. **T.** est un Arbre fait exprès pour fendre les Pignons.

---

## M A C H I N E

### A F E N D R E L E S R O U E S ,

*Inventée par le Sr SULLY, & perfectionnée par  
Mr de la FAUDRIERE, Conseiller au Parlement.*

### P L A N C H E X I X .

**L** A Platte-forme **P.** est enfermée dans un Chassis **A. B. C.** La Piece d'en bas **B. C.** se peut démonter lorsque l'on veut retourner la Platte-forme qui est divisée des deux côtés. Ces deux pieces qui forment le bâti sont soutenues par deux traverses **D. E.** que quatre colonnes de cuivre tiennent élevées à une certaine hauteur.

La Rouë **F.** qui fait mouvoir la Fraize est soutenuë par son Arbre qui traverse les deux montans **G. H.** dans lesquels elle peut tourner librement lorsqu'on la fait tourner avec la Manivelle **I.** Les montans **G. H.** sont fixés sur le Tour **K. L.** qui est mobile de bas en haut autour de deux vis telles que **M.** pratiqué dans un second Tour **M. N.** Ce Tour peut se mouvoir autour du point **N.** le long des Arcs **O. R.** où on le peut fixer à l'inclinaison que l'on veut, en serrant l'Ecrus **N.** & deux vis, telles

que Q. de maniere que le premier Tour K. L. & le second Tour M. N. tournant ensemble peuvent s'incliner plus ou moins ; ce que l'on pratique lorsqu'on veut tailler des Rouës de Rencontre. Outre ce mouvement, cet assemblage peut encore s'approcher ou s'éloigner du centre de la Rouë ou de la Platte-forme, en faisant tourner la Vis S. Les Courbes O. R. sur quoi roulent ces deux Tours, sont assemblées à deux Coulisses telles que V. que l'on assujetti à l'endroit nécessaire par les vis. T. est un Ecrou qui tient aux Coulisses qui se promènent le long de cette vis, & qui fait avancer ou reculer ce composé ; car la vis est fixée à l'endroit S. par un colet, & son autre extrémité est rivée & entretenue par un Ressort placé à la traverse qui supporte les Arcs. L'Arbre de la Fraize X. tourne sur les deux points K. L. il porte le Pignon Y. dans lequel engrenne la Rouë F. On règle l'abattage de ce Tour par la Vis Z. qui porte sur une Piece que l'on ne peut voir dans cette *Figure*, mais qui est attachée au Tour M. du côté G. Il faut observer que le Tour M. demeure constamment à l'endroit où il se trouve fixé, & qu'il n'y a que le Tour K. L. qui puisse s'abaisser ou s'élever par le moyen du Levier W. qui tient à ce Tour. La Vis Z. se fixe aussi par l'abattage du petit Levier 4. qui porte une Vis placée horizontalement, & qui assujetti la première dans son Ecrou.

Je réserve à la description de la *Planche 22. des Developpemens* à expliquer la Machine *Fig. 1.* dont les Vis M. K. L. sont ajustées aux endroits où on les voit placées. Je dirai dans ce même article, la façon dont il faut assujettir la Rouë à fendre sur l'Arbre de la Platte-forme. Cette Rouë représentée par le chiffre 5. *planche 1.* est affermie sur son centre par la Piece 6. qui est fixée à l'extrémité 7. du Cocq 7. 8. 9. Ce Cocq fait charniere autour des deux Vis 8. 10. *planche 20.* de maniere qu'en tournant la Vis 11. pour faire monter l'extrémité 9. l'autre extrémité 7. descend, en appuyant fortement sur le Chapeau qui retient la Rouë sur son Arbre. Une Alidade ou *Index 12. planche 20.* qui tient sur le milieu du Tour K. vers le point N. sert à diriger la Fraise au centre. Cette Piece, sur la longueur de laquelle est tracée une ligne qui répond dans le plan vertical du centre, est mobile autour d'une Vis, & porte sur l'épaisseur de la Fraize. La grande Vis 15. *planche 21.* sert à affermir le Cocq 7. 8. pour lui ôter le jeu & le ressort que pourroient faire les vis lorsque l'on a assujetti la Rouë sur son centre. La Vis 16. n'est

qu'une Vis d'assemblage du bâti. La Vis 17. *Planche* 19. & 20. retient l'Alidade 18. 19. composée de deux Pièces principales. La première, est le bras 18. La seconde, est une Lame de Laiton 19. 21. qui est pareillement retenue au-dessus de la traverse D. Le bras 18. 20. *Planche* 19. qui est coudé à l'endroit 20. porte une S. à l'extrémité supérieure. 22. est une Fourchette recourbée, mobile autour de la Goupille 22. qui la retient par la partie S. La partie 23. porte sur une tige 25. cette tige porte & appuie sur la Lame de Laiton 19. 21. de manière que le Ressort 24. qui vient à l'endroit 20. & qui arboute par son autre bout contre une cheville de la Fourchette, tend à faire baisser l'extrémité 23. ce qui ne peut arriver sans que la tige 25. ne communique la force du Ressort à la Pièce 19. 21. car la Fourchette ne peut couler le long de la tige, étant retenue à l'endroit 23. La force de ce Ressort est transmise à l'extrémité 19. de la pointe 26. qui retient la Platte-forme, pendant que l'on fend une dent. Le Profil de cette Alidade se verra mieux dans la *Planche* 22. *Figure* 2.

La petite Auge 28. *Planche* 19. est pour recevoir la limaille quand on fend la Rouë; on en joint une seconde de même figure qui n'est que posée sur la traverse A. au-dessous de la Rouë F. & qui anticipe un peu sur le bord de la première

## EXPLICATION DU PLAN

### DE CETTE MACHINE.

#### PLANCHE XX.

**M** M. Est le premier Tour qui peut s'incliner plus ou moins étant mobile autour du point N. On fixe ce Tour à l'endroit nécessaire par le moyen des Vis Q. Q. qui traversent dans les Arcs O. R. B. B. sont des Vis qui retiennent le second Tour K. H. H. G. dans le premier, & autour desquels il peut se mouvoir. C. C. est un Arbre horizontal qui tourne librement dans les montans H. H. & qui porte les Rouës F. E. La première F. qui engrenne dans le Pignon Y. est pour faire tourner la Fraize X. d'un mouvement médiocre, & la seconde Rouë E. sert pour avoir un mouvement plus prompt en plaçant un Pignon sur l'Arbre L. L. dans lequel elle puisse engrenner. On donnera dans  
la

la *Planche 22.* la maniere de fixer ces Fraizes sur l'Arbre.

A. 12. *Planche 20.* est l'Alidade qui sert à diriger la Fraize vers le centre 5. de la Rouë à fendre ; elle est mobile autour de la Vis A.

K. G. Sont des Vis qui soutiennent l'Arbre L. L. de la Fraize & du Pignon. Z. est une Vis qui détermine l'abbatage du Tour mobile H. H. en l'élevant par le bras W. Le petit Levier 4. est pour assujettir & fixer la Vis Z.

5. Est la Rouë à fendre , qui est retenuë par la Piece marquée 6. Cette Piece qui est faite en maniere de fourchette passe dessous le Pont 29. où elle est fixée par une Vis, & retenuë par l'autre bout 30. par un espece de T. d'acier , dessous lequel les tranches de la Fourchette s'engagent , de façon que quand on veut retirer la Rouë 5. de dessus son Arbre , on ne fait que desserrer la Vis 29. & tirer à soi la Piece 6. après l'avoir dégagée de dessous la Piece faite en forme de T. & on la tire de dessous la Rouë avec beaucoup de facilité.

7. 9. Est le Cocq sur lequel est fixé le Pont 29. & où s'engage la Piece 6. Ce Cocq fait charniere sur les deux Vis 8. 10. de sorte qu'en élevant l'extrémité 9. au moyen de la Vis 11. l'autre extrémité 7. s'abaisse, & assujetti, par la Piece 6. la Rouë 5. sur son Arbre.

16. Est une Vis d'assemblage qui retient l'Equerre dans laquelle la Vis 15. est placée, qui affermit le Cocq. Cette Equerre est fixée sur la traverse D. D.

La Vis 17. tient sur la même traverse D. l'Alidade. La Piece 23. est le plan de la Fourchette qui porte sur la tige 25. Cette Fourchette étant poussée par le Ressort 24. voyez *planche 9.* communique la force du Ressort à la Lame 21. & par conséquent à la pointe 26. qui entre successivement dans les divisions de la Platte-forme lorsque l'on s'en sert.

## P R O F I L

### SUR LA LONGUEUR DE LA MACHINE.

#### P L A N C H E X X I.

**A** B. Est la dernière Piece du Tour solidement assemblée aux traverses portées par les Colonnes.

C. D. est une pareille Piece à la première ; mais elle se peut

*Tome I.*

G

démonter quand on veut pour retourner la Platte-forme ; ce qui se fait en démontant l'Ecrou I. qui laisse tomber les collets, entre lesquels l'extrémité D. est assujetti ; l'autre extrémité C. est retenu par un Verou C. E. que porte cette Piece ; ce Verou se fixe par les Vis E. L. son extrémité C. entre à queue-d'aronde dans le montant 26. de maniere que quand on veut retourner la Platte-forme, on commence par ôter l'Ecrou I. ensuite on lâche les deux Vis L. E. & l'on tire le Verou par son Bouton F. de F. vers E. On élève un peu l'extrémité D. pour le dégager de dessous le petit support 10. dans lequel il entre à cliquet, après quoi l'autre Vis Y. & Æ. étant desserrée, on déplace facilement la Platte-forme P. pour la retourner ; car la Vis Æ. n'est que pour recevoir la pointe de la Vis de la Platte-forme, & la seconde Vis Y. sert à l'affermir dans son Ecrou.

S. V. Est la Vis qui sert à avancer & à reculer du centre 5. les Tours M. K. de même que les Arcs R. & toutes les Pieces qui en dépendent.

M. Est le premier Tour mobile autour du point N. & qui se fixe par la Vis Q. Le second Tour K. compris dans le premier Tour M. a son centre au point 24. Le centre K. est celui de la Fraize & du Pignon. Le centre H. est celui des Rouës marquées F. E. dans la vingtième Planche ; il sert à faire mouvoir le Pignon, & par conséquent la Fraize. La Vis G. est pour fixer l'Arbre du Pignon. O. X. est l'Alidade qui sert à centrer la Fraize, c'est-à-dire, à diriger son taillant ou son épaisseur vers le centre de la Rouë 5.

W. Est le Levier qui sert à élever & à abaisser le Tour K. autour du centre 24. Le petit Levier 4. est pour serrer la Vis Z. dans son Ecrou, ce qui se fait en l'abbatant. La Vis Z. porte sur le support 21. mobile au point 23. dans une Châpe 22. qui est fixée au Tour M. La Piece 21. se fixe à la Châpe par une Vis, dont on voit le bout au point 22. Cette Piece est encore tenuë par un Ressort 27.

6. 7. 8. 9. Marque le profil de la Piece 6. qui retient la Rouë 5. & celui du Cocq 7. 9. qui fait charniere au point 8.

29. & 30. Est la Vis & la Piece qu'on appelle T. qui retient le profil 6. La Vis 11. sert à élever le Cocq. La Vis 15. est pour l'affermir ; & enfin la Vis 16. sert à assembler l'Equerre 8. 31. 32. au bâti de la Machine.

## E X P L I C A T I O N D E L A P L A N C H E X X I I .

**A** B. C. D. Est le profil sur la largeur ; ce sont des Arcs dans lesquels sont mobiles les Tours suivans les Courbures E. C. F. B. ou F. A. E. D. Le centre des Tours est au point G. on les fixe comme on l'a déjà dit par le moyen des Vis E. F. La Piece A. B. C. D. tient aux Coulisses H. I. par les Consoles K. L. On arrête ces Coulisses pareillement par les Vis T. T.

L'Écrou M. retient les Colets que porte la Piece N. qui se démonte quand on veut, soit pour retourner la Platte-forme, soit pour autre chose.

La *Figure 2.* est le profil de l'Alidade de la Platte-forme, qui est retenu au bâti de la Machine par la Vis A. autour de laquelle elle se peut mouvoir. La Partie B. C. qui est dessus la traverse. D. porte la tige E. mobile dans la Fourchette F. G. H. & dans la partie C. où elle est prise ; la Fourchette est aussi mobile au point G. La Cheville F. qui tient cette Fourchette étant poussée en haut par le Ressort K. tend à faire baisser l'extrémité H. suivant l'Arc H. *b.* la Tige E. communique donc la force du Ressort K. à la Lame L. M. qui porte la pointe N. Cette Lame qui n'est retenuë qu'au point L. dessus la Piece D. est obligée de fléchir & d'obéir à la force du Ressort ; cette pointe retient alors la Platte-forme par ses divisions avec toute la force dont le Ressort K. est capable. Il est évident que quand on change de division en élevant un peu l'Alidade, que l'on contraint le Ressort K. qui ensuite étant mis en liberté, appuie de toute sa force contre la Cheville F. & par conséquent contre la Tige E. car la Fourchette H. ne peut pas couler le long de cette Tige.

La Vis P. sert à fixer plus ou moins la monture qui porte la pointe N. Cette monture tient à la Lame M. par une seconde Vis R. On assujetti la Fraize Q. sur l'Arbre du Pignon O. par le moyen d'une seconde Piece S. qui porte une pointe T. qui entre dans un trou fait à la Fraize à l'endroit V. après quoi on assujetti le tout ensemble par l'Écrou X. Il faut remarquer que la Piece S. doit entrer quarrément dans une partie de l'Arbre.

La Rouë à fendre Y. se place en cette sorte. On a plusieurs Arbres d'acier, tel que Z. qui entrent dans le Canon W. de la

Platte-forme. L'Arbre d'acier porte deux pointes 4. 5. qui entrent dans la petite ouverture diametralement opposée ; prariquée à la partie supérieure du Canon W. à l'endroit 6. 7. de maniere que les deux pointes 4. & 5. étant engagées dans les ouvertures 6. 7. l'Arbre Z. ne peut tourner que quand le Canon W. tourne. On place ensuite la Rouë Y. à l'endroit Z. on l'assujetti par le Chapeau Æ. fait en Erou : c'est sur ce Chapeau que porte la Piece 6. dont on a parlé dans les *Planches* précédentes. L'Assiette 9. du Canon W. se fixe au centre de la Platte-forme , par le moyen de trois Vis telles que 10. de sorte que quand on change la Platte-forme de côté , il faut démonter cette Piece pour la remonter ensuite du côté que l'on veut operer.

Voici comme on employe les Vis dans cette Machine. La Piece 11. est supposée un des côtés du Tour qui est traversé par la Vis 12. qui sert à recevoir le Pivot de l'Arbre du Pignon O. Cette Vis traverse un Tenon 13. placé dans une Mortoise prariquée à la Piece 11. Ce Tenon porte une seconde Vis 14. dans laquelle est enfilé le Colet 15. & dessus ce Colet est l'Erou 16. fait du même pas que la Vis 14. de maniere qu'en serrant cet Erou on fait monter la Vis , qui tirant à soi le Tenon , retient fortement la Vis 12. contre les côtés de la Piece 11. qu'elle traverse ; on évite par-là le balotage des Vis dans leurs Eroux. La *Figure* 17. est un des Bassins qui reçoit la limaille à mesure que l'on fend la Rouë.

De cette construction il résulte plusieurs avantages. 1°. La maniere d'employer les Vis pour éviter le jeu dans leurs Eroux, si petit qu'il soit , est toujours nuisible sur la denture.

2°. La maniere de diriger la Fraize au centre est d'une utilité infinie , puisque par ce moyen , on ne sçauroit faire de denture qu'elle ne soit droite.

3°. La maniere d'assujettir la Rouë à fendre sur son centre est très-bien employée ; les Vis sur lesquels est porté le Cocq étant aussi bien retenues qu'elles le sont ne sçauroient faire ressort.

4°. L'Alidade de la Platte-forme, quoiqu'elle paroisse composée , doit être considérée comme une Piece bien construite , ayant un Ressort qui agit avec beaucoup de douceur ; ce qui donne le moyen de changer cette Alidade plus facilement que d'autres , qui sont leur Ressort directement.

La plus grande partie des perfections que l'on reconnoitra dans la pratique de cette Machine , lui ont été données par M<sup>r</sup> de la Faudriere à qui elle appartient.



# MACHINE A FENDRE UNE INFINITE' DE NOMBRE,

Inventée par Pierre FARDOIL, Maître Horloger  
à Paris.

## PLANCHE XXIII:

### FIGURE 1.

**L**E Tour ou Charniere A. B. ne differe point de ceux que j'ai décrit dans les Machines précédentes ; il peut couler le long de l'étrier auquel il est adapté ; il est garni de sa Fraize, du Pignon & de la Rouë qui la fait mouvoir. Tout l'art de cette Machine consiste dans l'application des Pieces C. D. & de la Vis-sans-fin E. qui engrenne dans la Rouë dentée F. de 420. que l'on substitué à la place de la Platte-forme ; on assujetti la Rouë à fendre sur un Arbre vertical par le moyen d'un Erou, comme on la vù ci-devant.

Les Pieces C. D. qui font tourner la Vis-sans-fin E. sont placées sur une Plaque G. C. D. fixée à la Machine. L'Arbre de la Vis qui la traverse y peut tourner librement ; son autre extrémité est soutenu par un Tenon H. *le profil de ces pieces est représenté par la Fig. 2.*

La plaque G. C. D. détachée & représentée dans la seconde *Figurez* ; porte un Levier I. K. mobile au point K. Ce Levier poussé par un Ressort 4. s'applique contre la Cheville I. il porte un Terme L. qui lui est fermement attaché ; il est disposé en plan incliné comme il est taillé, car il est coupé lui-même dans le milieu de son épaisseur, de maniere qu'il y a un Biseau dessus, & un autre dessous ; c'est à l'endroit G. que passe l'Arbre de la Vis-sans-fin qui est quarrée au sorti de la Plaque ; il est assez long pour pouvoir y placer toutes les Pieces. Le bout de ce quarré porte une Vis pour retenir tout l'assemblage. La premiere Piece que l'on place est le Rochet M. dont le nombre de dent est arbitraire. Il porte un Canon percé d'un trou quarré propre à recevoir le bout de la Vis-sans-fin ; ce Rochet est retenu par le Cliquet O. *Fig. 2.* garni de son Ressort. Un second Rochet N. denté en raison du nombre que l'on veut fendre est joint contre le Rochet M. & fixés ensemble par une Cheville qui passe au point P. Q.

Sur le même Canon du premier Rochet sont placées deux Alidades R. S. T. V. La première R. S. porte un Colet R. X. <sup>représentée dans</sup> qui <sup>développe</sup> s'emboîte dans une ouverture T. Y. faite à la seconde Alidade. On assujetti l'une & l'autre par le moyen d'une Plaque ronde Z. qui entre dans une gorge pratiquée en T. Y. Trois Vis qui traversent cette Plaque & qui se fixent à la première Alidade R. X. servent à cet usage. La seconde Alidade porte un Cliquet W. qui sert à faire tourner le Rochet lorsqu'il engrenne ; ce qui se fait en poussant l'Alidade avec la Manivelle qui est adapté ; car ces deux Alidades peuvent tourner indépendamment du Canon sur lequel elles sont placées. Les Rochets qui tiennent à la Vis sont retenus par le Cliquet O. de la Plaque C. D. *Fig. 2.* pour cet effet, il est dans une situation opposé au Cliquet W. de manière que les deux Alidades tenant ensemble, si on les tire à soi les Rochets ne bougent point ; mais si l'on pousse la Manivelle à droite, les Rochets feront nécessairement entraînés, parce que le Cliquet O. par sa disposition, ne sçauroit les en empêcher. L'usage de cette Machine étant pour fendre des Rouës de nombre extraordinaire, j'ai dit que le Rochet N. devoit se changer, & qu'il devoit être de nombre différent, sans pour cela être d'un plus grand ni plus petit diametre. Je donnerai ci-après une regle generale pour trouver des Rochets en raison des nombres donnés ; mais pour faire voir la manière dont on se sert des Alidades, je vais poser un exemple.

L'on veut fendre une Rouë de 490. & l'on a trouvé qu'il falloit un Rochet de 49. dents, dont il ne falloit prendre que 42. dents. On place la première Alidade S. sous le Terme L. & avec la seconde Alidade V. on compte 42. dents sur le Rochet ; ensuite on fixe les deux Alidades dans cette situation en serrant fortement les trois Vis de la Plaque Z. qui assujettissent l'Alidade R. S. avec l'Alidade T. V. Ensuite on tourne la Manivelle jusqu'à ce que le terme L. arrête l'extrémité V. de l'Alidade à Manivelle ; les Rochets M. N. entraînés par ce mouvement feront tourner la Vis E. ensemble la Rouë dentée F. & la Rouë à fendre qu'elle porte ; la Machine ainsi arrêtée au terme L. on fend avec le Tour A. B. à l'ordinaire l'endroit de la Rouë qui se présente, & pour recommencer, on retire à soi l'Alidade V. jusqu'à ce que le dessous du terme L. arrête l'autre Alidade S. les Rochets ne bougent point dans ce mouvement, on prendra sur le second Rochet N. 42. dents, ensuite repoussant comme la pre-

miere fois l'Alidade, la Rouë à fendre avancera de la quantité qu'elle le doit faire, pour être fenduë; ainsi de suite jusqu'à ce que la Rouë ait fait un tour entier. Le Levier I. K. se peut retirer en arriere lorsque l'on veut faire passer les Alidades, en retirant avec le doigt le petit Tenon S. *Fig. 2.*

---

## REGLE GENERALE,

*Pour trouver les Rochets en raison des nombres que l'on veut donner à une Rouë.*

ON a donné à la Rouë qui sert de Platte-forme 420. parce que ce nombre renferme plus de parties aliquotes; il faut diviser ce nombre & celui de la Rouë que l'on veut fendre par un Diviseur commun, prendre le quotient de la Rouë pour Rochet, & le quotient de la grande Rouë ou Platte-forme pour le nombre des dents du Rochet qu'il faudra faire passer à chaque dent que l'on fendra.

### E X E M P L E.

Soit donné le nombre 249. qu'il faut fendre avec une Platte-forme divisée en 420. telle qu'elle est à cette Machine. Il faut diviser 420. & 249. par 3. qui est le seul Diviseur convenable aux deux nombres, les quotients seront 140. & 83.

On prendra donc un Rochet de 83. & à chaque dent qu'on voudra fendre on fera passer 140. dents de ce Rochet, c'est-à-dire, qu'on fera d'abord faire une révolution entiere qui est de 83. dents, & qu'on en fera encore passer 57. ce qui fera les 140. dents, lesquelles 57. dents prises après la révolution, seront déterminées par l'ouverture des Alidades: ces operations se font par les deux mouvemens suivans.

On retire premierement le terme L. en arriere afin de faire passer les Alidades; ensuite on abandonne ce terme, qui étant poussé par le Ressort 4. revient dans son premier état.

L'Alidade S. se place sous le terme L. *Fig. 2.* & poussant avec la Manivelle la seconde Alidade jusqu'à ce que son extrémité V. soit arrêté, on fend la partie de la Rouë qui se présente à la Fraize. Pour faire une seconde fente, on retire encore le terme pour laisser faire la révolution, & on le laisse ensuite retomber pour fixer la division de 57. ainsi de suite pour chaque division de la Rouë.

## T A B L E

## A L'USAGE DE CETTE MACHINE.

**L**A première Colonne marque les nombres à fendre. La seconde, les Rochets. La troisième, les tours des Rochets, & la quatrième, les parties de tours du Rochet.

## E X E M P L E.

Si on veut fendre une Rouë de 420. il faut tourner un tour juste de l'Alidade pour chaque dent. Si on vouloit fendre la moitié de ce nombre qui est 210. il faudroit tourner deux tours pour chaque dent.

Si on a une Rouë à fendre en 102. il faut prendre un Rochet de 17. tourner 4. tours entiers, & retrograder pour augmenter les 4. tours de 2. dents qui font deux 17<sup>es</sup>. Les Alidades que l'on a ajustées pour cela avant de commencer la Rouë, font qu'on ne peut s'y méprendre.

## A U T R E E X E M P L E.

Si on veut fendre une Rouë en 405. on prend un Rochet de 27. on tourne un tour, & un 27<sup>e</sup>. du Rochet pour chaque dent à fendre.

Mais si la Rouë à fendre excédoit le nombre de 420. pour lors il n'y auroit plus de tour entier à faire faire aux Alidades. Ce sera toujours moins des dents du Rochet. Par exemple, on veut fendre une Rouë de 430. on trouvera dans la seconde Colonne un Rochet de 43. il faudra disposer les Alidades de maniere qu'elles fassent un tour moins une dent. Autre exemple. On veut une Rouë de 800. il faut prendre un Rochet de 40. tourner un tour moins 19. dents, c'est-à-dire, faire un demi-tour, & une dent de plus. Quand on connoît la Machine cela est plus aise qu'il ne paroît.

L'Auteur de cette Machine n'en a donné que l'idée au S<sup>r</sup> Enderlin, qui l'a executé le premier; mais la Table qu'il a fait pour son usage particulier n'étoit qu'environ le quart de celle-ci, & elle étoit si confuse que personne n'a pû la déchiffrer.

Nombre

Nombre à fendre.	Rochet.	Tours. PARTIES.	Nombre à fendre.	Rochet.	Tours. PARTIES.
102	17	4 tours 2 dents.	148	37	2 tour 31 dents.
104	26	4 . . 1	150	5	2 . . 4
105	21	4 . .	152	38	2 . . 29
106	53	3 . . 51	153	51	2 . . 38
108	9	3 . . 8	154	11	2 . . 8
110	11	3 . . 9	155	31	2 . . 22
111	37	3 . . 29	156	13	2 . . 9
112	28	3 . . 21	158	79	2 . . 52
114	19	3 . . 13	159	53	2 . . 34
115	23	3 . . 15	160	8	2 . . 5
116	29	3 . . 18	161	23	2 . . 14
117	32	3 . . 23	162	27	2 . . 16
118	59	3 . . 33	164	41	2 . . 23
120	12	3 . . 6	165	11	2 . . 6
222	61	3 . . 27	166	83	2 . . 44
123	41	3 . . 17	168	14	2 . . 7
124	31	3 . . 12	170	17	2 . . 8
125	25	3 . . 9	171	57	2 . . 26
126	21	3 . . 7	172	43	2 . . 19
128	32	3 . . 9	174	29	2 . . 12
129	43	3 . . 11	175	35	2 . . 14
130	13	3 . . 3	176	44	2 . . 17
132	11	3 . . 2	177	59	2 . . 22
134	67	3 . . 9	178	89	2 . . 32
135	9	3 . . 1	180	18	2 . . 6
136	34	3 . . 3	182	91	2 . . 28
138	23	3 . . 1	183	61	2 . . 18
140		3 tours	184	46	2 . . 13
141	47	2 . . 46	185	37	2 . . 10
142	71	2 . . 68	186	31	2 . . 8
144	12	2 . . 11	188	47	2 . . 11
145	29	2 . . 26	189	9	2 . . 2
146	73	2 . . 46	190	19	2 . . 4
147	21	2 . . 18	192	32	2 . . 6

Nombre à fendre.	Rochet.	TOURS. PARTIES.	Nombre à fendre.	Rochet.	TOURS. PARTIES.
194	97	2 tours 16 dents.	238	119	1 TOUR 91
195	39	2 . . . 6	240	4	1 . . . 3
196	7	2 . . . 1	242	121	1 . . . 89
198	33	2 . . . 4	243	81	1 . . . 59
200	10	2 . . . 1	244	61	1 . . . 44
201	67	2 . . . 6	245	49	1 . . . 35
202	101	2 . . . 8	246	41	1 . . . 29
204	17	2 . . . 1	248	62	1 . . . 43
205	41	2 . . . 2	249	83	1 . . . 57
206	103	2 . . . 4	250	25	1 . . . 17
207	69	2 . . . 2	252	21	1 . . . 14
208	52	2 . . . 1	254	127	1 . . . 83
210		2 tours	255	17	1 . . . 11
212	54	1 . . . 51	256	64	1 . . . 41
213	71	1 . . . 69	258	43	1 . . . 27
214	107	1 . . . 103	260	13	1 . . . 8
215	43	1 . . . 41	261	87	1 . . . 53
216	36	1 . . . 34	262	131	1 . . . 79
217	31	1 . . . 29	264	22	1 . . . 13
218	109	1 . . . 101	265	53	1 . . . 31
219	73	1 . . . 67	266	133	1 . . . 77
220	11	1 . . . 10	267	89	1 . . . 51
222	37	1 . . . 33	268	67	1 . . . 38
224	56	1 . . . 49	270	9	1 . . . 5
225	15	1 . . . 13	272	68	1 . . . 37
226	113	1 . . . 97	273	91	1 . . . 49
228	38	1 . . . 32	274	137	1 . . . 73
230	23	1 . . . 19	275	55	1 . . . 29
231	11	1 . . . 9	276	23	1 . . . 12
232	58	1 . . . 54	278	139	1 . . . 71
234	39	1 . . . 31	279	93	1 . . . 47
235	47	1 . . . 37	280	14	1 . . . 7
236	59	1 . . . 46	282	47	1 . . . 23
237	79	1 . . . 61	284	71	1 . . . 34

Nombre à fendre.	Rochet.	TOURS. PARTIES.	Nombre à fendre.	Rochet.	TOURS. PARTIES.
285	19	I TOUR 9	332	83	I TOUR 22
286	143	I . . 67	333	111	I . . 29
288	24	I . . 11	334	167	I . . 43
290	29	I . . 13	335	67	I . . 17
291	97	I . . 43	336	28	I . . 7
292	73	I . . 32	338	169	I . . 41
294	21	I . . 9	339	113	I . . 27
295	59	I . . 25	340	17	I . . 4
296	74	I . . 31	342	57	I . . 13
297	99	I . . 41	344	86	I . . 19
298	149	I . . 61	345	23	I . . 5
300	5	I . . 2	346	173	I . . 37
302	151	I . . 59	348	29	I . . 6
303	101	I . . 39	350	5	I . . 1
304	76	I . . 29	351	117	I . . 23
305	61	I . . 23	352	88	I . . 17
306	51	I . . 19	354	59	I . . 11
308	11	I . . 4	355	71	I . . 13
309	103	I . . 37	356	89	I . . 16
310	31	I . . 11	357	119	I . . 21
312	26	I . . 9	358	179	I . . 31
314	157	I . . 53	360	6	I . . 1
315	21	I . . 7	362	181	I . . 29
316	79	I . . 26	363	121	I . . 19
318	53	I . . 17	364	91	I . . 14
320	16	I . . 5	365	73	I . . 11
321	107	I . . 33	366	61	I . . 9
322	161	I . . 49	368	92	I . . 13
324	27	I . . 8	369	123	I . . 17
325	65	I . . 19	370	37	I . . 5
326	163	I . . 47	372	31	I . . 4
327	109	I . . 31	374	187	I . . 23
328	82	I . . 23	375	25	I . . 3
330	11	I . . 3	376	94	I . . 11

Nombre à fendre.	Rochet.	TOURS. PARTIES.	Nombre à fendre.	Rochet.	TOURS. PARTIES.
378	63	1 tour 7	124	106	1 T. m. 1 dent.
380	38	1 . . . 4	125	85	1 . . . 1
381	127	1 . . . 13	126	71	1 . . . 1
382	191	1 . . . 19	428	107	1 . . . 2
384	32	1 . . . 3	429	143	1 . . . 3
385	77	1 . . . 7	430	43	1 . . . 1
386	193	1 . . . 17	432	72	1 . . . 2
387	129	1 . . . 11	434	31	1 . . . 1
388	97	1 . . . 8	435	87	1 . . . 3
390	13	1 . . . 1	436	109	1 . . . 4
392	98	1 . . . 7	438	73	1 . . . 3
393	131	1 . . . 9	440	22	1 . . . 1
394	197	1 . . . 13	441	21	1 . . . 1
395	11	1 . . . 1	442	221	1 . . . 11
396	66	1 . . . 4	444	37	1 . . . 2
398	199	1 . . . 11	445	89	1 . . . 5
399	133	1 . . . 7	446	223	1 . . . 13
400	20	1 . . . 1	447	149	1 . . . 9
402	67	1 . . . 3	448	112	1 . . . 7
404	101	1 . . . 4	450	15	1 . . . 1
405	27	1 . . . 1	452	113	1 . . . 8
406	203	1 . . . 7	453	151	1 . . . 11
408	34	1 . . . 1	454	227	1 . . . 17
410	41	1 . . . 1	455	91	1 . . . 7
411	137	1 . . . 3	456	38	1 . . . 3
412	104	1 . . . 1	458	229	1 . . . 19
414	69	1 . . . 1	459	153	1 . . . 13
415	83	1 . . . 1	460	23	1 . . . 2
416	104	1 . . . 1	462	77	1 . . . 7
417	139	1 . . . 1	464	116	1 . . . 11
418	209	1 . . . 1	465	93	1 . . . 9
420		1 tour	466	233	1 . . . 23
422	211	1 T. m. 1 dent.	468	78	1 . . . 8
423	141	1 T. m. 1	469	67	1 . . . 7



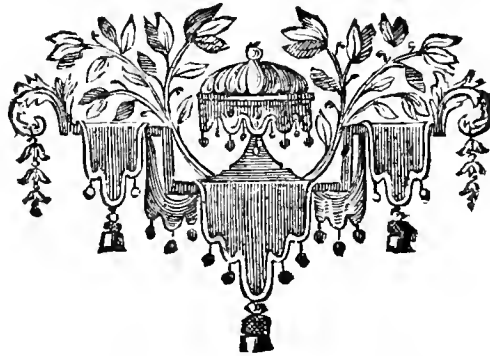
Nombre à fendre.	Rochet.	TOURS. PARTIES.	Nombre à fendre.	Rochet.	TOURS. PARTIES.
470	47	1 T. m. 5 dents.	515	103	1 moins 19
471	157	I . . . 17	516	43	I . . . 8
472	118	I . . . 13	518	259	I . . . 49
474	79	I . . . 9	519	173	I . . . 33
475	95	I . . . 11	520	26	I . . . 5
476	119	I . . . 14	522	87	I . . . 17
477	159	I . . . 19	524	131	I . . . 26
478	239	I . . . 29	525	35	I . . . 7
480	8	I . . . 1	526	263	I . . . 53
482	241	I . . . 31	528	44	I . . . 9
483	161	I . . . 21	530	53	I . . . 11
484	121	I . . . 16	531	177	I . . . 37
485	97	I . . . 13	532	133	I . . . 28
486	81	I . . . 11	534	89	I . . . 19
488	122	I . . . 17	535	107	I . . . 23
489	163	I . . . 23	536	134	I . . . 29
490	49	I . . . 7	537	179	I . . . 39
492	41	I . . . 6	538	269	I . . . 59
494	247	I . . . 37	540	9	I . . . 2
495	33	I . . . 5	542	271	I . . . 61
496	124	I . . . 19	543	181	I . . . 41
498	83	I . . . 13	544	136	I . . . 31
500	25	I . . . 4	545	109	I . . . 25
501	167	I . . . 27	546	91	I . . . 21
502	251	I . . . 41	548	137	I . . . 32
504	6	I . . . 1	549	183	I . . . 43
505	101	I . . . 17	550	55	I . . . 13
506	253	I . . . 43	552	46	I . . . 11
507	169	I . . . 29	554	277	I . . . 67
508	127	I . . . 22	555	37	I . . . 9
510	17	I . . . 3	556	139	I . . . 34
512	128	I . . . 23	558	93	I . . . 23
513	171	I . . . 31	560	28	I . . . 7
514	257	I . . . 47	561	187	I . . . 47

Nombre à fendre.	Rocher.	TOURS. PARTIES.	Nombre à fendre.	Rocher.	TOURS. PARTIES.
562	281	1 T. m. 71	608	152	1 moins 47
564	47	1 . . . . 12	609	203	1 . . 63
565	113	1 . . . . 29	610	61	1 . . . 19
566	283	1 . . . . 73	612	51	1 . . . 16
567	180	1 . . . . 49	615	41	1 . . . 13
568	142	1 . . . . 37	618	103	1 . . . 33
570	19	1 . . . . 5	620	31	1 . . . 10
572	143	1 . . . . 38	621	207	1 . . . 67
573	191	1 . . . . 51	624	104	1 . . . 34
574	287	1 . . . . 77	625	125	1 . . . 41
575	115	1 . . . . 31	627	209	1 . . . 69
576	48	1 . . . . 13	628	157	1 . . . 52
578	289	1 . . . . 79	630	3	1 . . . 1
579	193	1 . . . . 53	632	158	1 . . . 53
580	58	1 . . . . 16	633	211	1 . . . 71
582	97	1 . . . . 27	635	127	1 . . . 43
584	146	1 . . . . 41	636	53	1 . . . 18
585	39	1 . . . . 11	639	213	1 . . . 73
586	293	1 . . . . 83	640	32	1 . . . 11
588	7	1 . . . . 2	642	107	1 . . . 37
590	59	1 . . . . 17	644	161	1 . . . 56
591	197	1 . . . . 57	645	43	1 . . . 15
592	148	1 . . . . 43	648	54	1 . . . 19
594	99	1 . . . . 29	650	65	1 . . . 23
595	119	1 . . . . 35	651	31	1 . . . 11
596	149	1 . . . . 44	652	163	1 . . . 58
597	199	1 . . . . 59	654	109	1 . . . 39
598	299	1 . . . . 89	655	131	1 . . . 47
600	10	1 . . . . 3	656	164	1 . . . 59
603	201	1 . . . . 61	657	219	1 . . . 79
604	151	1 . . . . 46	660	11	1 . . . 4
605	121	1 . . . . 37	663	221	1 . . . 81
606	101	1 . . . . 31	664	166	1 . . . 61
			665	133	1 . . . 49

Nombre à fendre.	Rochet.	TOURS. PARTIES.	Nombre à fendre.	Rochet.	TOURS. PARTIES.
666	111	1 T. m. 41	724	181	1 T. m. 76
668	167	1 . . 62	725	145	1 . . 61
669	223	1 . . 83	726	121	1 . . 51
670	67	1 . . 25	728	26	1 . . 18
672	56	1 . . 21	729	243	1 . . 103
675	45	1 . . 17	730	73	1 . . 31
676	169	1 . . 64	732	61	1 . . 26
678	113	1 . . 43	735	7	1 . . 3
680	34	1 . . 13	738	123	1 . . 53
681	227	1 . . 87	740	37	1 . . 16
684	57	1 . . 22	741	247	1 . . 107
685	137	1 . . 53	742	53	1 . . 23
688	172	1 . . 67	744	62	1 . . 27
690	23	1 . . 9	745	149	1 . . 65
692	173	1 . . 68	748	187	1 . . 82
693	231	1 . . 91	750	25	1 . . 11
695	139	1 . . 55	753	251	1 . . 111
696	58	1 . . 23	755	151	1 . . 67
700	35	1 . . 14	756	63	1 . . 28
702	117	1 . . 47	759	253	1 . . 113
704	176	1 . . 71	760	38	1 . . 17
705	47	1 . . 19	762	127	1 . . 57
707	101	1 . . 41	764	191	1 . . 86
708	118	1 . . 48	765	51	1 . . 23
710	71	1 . . 29	768	64	1 . . 29
711	237	1 . . 97	770	11	1 . . 5
712	178	1 . . 73	771	257	1 . . 117
714	51	1 . . 21	772	193	1 . . 88
715	143	1 . . 59	774	129	1 . . 59
716	179	1 . . 64	775	155	1 . . 71
717	239	1 . . 99	776	194	1 . . 89
720	12	1 . . 5	777	37	1 . . 17
721	103	1 . . 43	780	13	1 . . 6
723	241	1 . . 101	785	157	1 . . 73

Nombre à fendre.	Rocher.	TOURS. PARTIES.
786	131	1 T. m. 6 I
788	127	1 . . 92
789	263	1 . . 123
790	79	1 . . 37
792	66	1 . . 31
795	53	1 . . 25
796	199	1 . . 94
798	133	1 . . 63
800	40	1 . . 19

La plupart des Nombres qui ne se trouvent point dans cette Table, peuvent se trouver par la même méthode ci-devant expliqué ; mais on ne les y a pas placés, parce que les Rochets deviennent trop fort ; & par conséquent la denture trop fine, ce qui fait qu'on ne peut y parvenir que difficilement : il faut voir une addition à cette machine Planche 14.



## M A C H I N E

*A fendre & à égaliser les Rouës de Rencontre & les Rochets de Pendules.*

## P L A N C H E X X I V.

## F I G U R E 1.

**A** B. Est une Rouë dont la denture est faite en forme de man-tonet, & qu'on appelle *Rochet*. Ce Rochet sert de Platte-forme. On peut le changer suivant le nombre que l'on veut donner à la Rouë de Rencontre. Ce Rochet est fixé à chaque dent par deux Pièces. La premiere est le Ressort E qui tend à le faire tourner ; & la seconde est l'Etrier F qui a une branche G H *Figure 2.* qui le tient, de maniere que le Rochet est solidement arrêté. La traverse I K de la Cage est percée dans son milieu d'une ouverture, dans laquelle entre l'Arbre du Rochet ; un Tenon L qui est dans le même sens que l'ouverture, sert à porter l'Echantillon dont on parlera dans la suite. Sur la traverse I K sont deux Pièces à coulisse. La premiere M est un Montant que l'on peut fixer au moyen des Vis 1. 2. & qui porte le support N que l'on peut aussi fixer par la Vis 3. dont l'usage est de retenir le Pivot supérieur de l'Arbre du Rochet ; le Pivot inférieur entre dans le milieu d'une Vis placée au-dessous de la Machine. La seconde Piece O P que l'on peut pareillement avancer plus ou moins de l'Arbre au moyen de la Vis Q, porte une traverse O R *Figure 2.* qui porte le Tour S T *Figure 3.* & garnie à l'ordinaire d'une Rouë dentée qui engrenne dans le Pignon, dont l'Arbre porte la Fraize. Ce Tour est mobile à la traverse par les deux Vis 4. 5. autour desquelles il fait charniere. La traverse O R s'incline plus ou moins sur le Dossier P contre lequel elle est appliquée ; & comme cette traverse tourne autour d'un Pivot, on l'a fixée à l'inclinaison nécessaire par le moyen de l'Ecrou 7. La partie X. est pour soutenir la Vis 8. *Fig. 4.* du Tour qui sert à regler le chemin que doit faire la Fraize, pour vérifier l'égalité de la Rouë quand elle est fendue. Je me sert d'un grand Levier que j'appellerai *Echantillon*. Il est composé d'une espece de Tour Y Z à coulisse sur le Tenon L, & qui se

peut fixer. Les Poupées de ce Tour portent des Vis, autour desquelles on fait mouvoir la traverse 6. 9. c'est-à-dire, que l'on peut l'élever & la baisser lorsque l'on échantillonne la denture de la Rouë. Cette traverse soutient l'Arbre *a. b.* A son extrémité *a.* est la Palette *r.* qui est toujours chassée par un Ressort C du côté des dents. L'autre extrémité de cet Arbre porte une Aiguille *b. d.* qui par sa longueur marque sensiblement l'inégalité de la denture, en s'éloignant plus ou moins de la Pointe *e.* fixée sur la Piece *g. h.* fermement attachée sur la traverse 6. 9. de sorte que la pointe de la dent, la Palette *r.* & la Pointe *e.* se trouvent sur le même rayon qui partiroit du centre de la Rouë. Lorsque l'on échantillonne une Rouë, après avoir présenté la face d'une des dents, on abbat toute la Machine pour laisser passer une seconde dent, on releve ensuite l'Echantillon, & la Palette *r.* en s'appliquant contre la dent, fait connoître par le mouvement de l'extrémité de l'Aiguille l'égalité ou l'inégalité de la denture; au moyen de cette Machine on est assuré de la perfection de la Rouë. La Machine sert également pour les Rochers.

Le Talon 10. sert à régler l'abatage de l'Echantillon, en s'appuyant sur le Tenon L. La Manivelle 11. est pour faire tourner la Rouë 12. La Vis 13. *Fig. 1.* sert à régler le mouvement de l'Etrier F. Le Tenon 14. est pour fixer la Machine dans l'Etau, lorsque l'on fend la Rouë, & le Tenon 15. est aussi pour la fixer lorsque l'on l'échantillonne.

## M A C H I N E

*A tailler des Fusées à droite & à gauche avec la même Vis, Par le Sr REGNAULT, de Chaalons.*

### P L A N C H E X X V.

**L**ES Pieces *z.* & *x.* marquent le Chassis qui porte les Pieces depuis *z.* jusqu'en *V.* *z. V.* Est un Arbre que l'on peut tarauder à droite ou à gauche; cela ne fait rien quoique celui-ci le soit à gauche, & dans le sens que sont taillées les Fusées à l'ordinaire. Cet Arbre est fixé sur la Piece *x.* par ces deux Tenons *g. g.* qui sont la même Piece que *x.* en le faisant entrer par *g.* on passe ensuite une Piece en forme de Canon taraudée en dedans *y* sur le même pas que la Vis. On place sur la même

Vis une autre Piece taraudée X qui sert à déterminer le nombre de tours que l'on veut mettre sur la Fusée. On passe l'Arbre dans le Tenon *g.* & après avoir placé la Manivelle T dessus en *m.* dont le bout est quarré, on le fixe par le moyen de l'Erou *n.* A la Piece *y.* est jointe celle *f.* ou petit bras par la Cheville Z qui fait charniere avec elle. Et comme cette Piece *f.* est fixée au Chassis par une autre Cheville au point K, ce point lui sert de centre lorsque l'on tourne l'Arbre. Par le moyen de la Manivelle la vis fait avancer ou vers *g.* ou vers X. La Piece *y.* ne peut tourner avec la Vis & se promene seulement dessus. Ce mouvement d'aller & de venir est répété sur le grand bras *e.* par le moyen de la traverse *a. a.* que l'on fixe sur l'un & sur l'autre bras par les Chevilles *b.* que l'on met dans les trous dont on a besoin à proportion des hauteurs de Fusée. Ce grand bras *e.* a vers son milieu un emboëttement L percé quarrément dans lequel passe la Piece L, dont une partie de la longueur est limée quarré; elle remplit l'emboëttement L. L'autre partie est taraudée & passée dans un Erou N; elle sert à faire avancer ou reculer la Piece L, qui, à l'autre extrémité, porte une tête fendue, dans laquelle on fixe à charniere la Piece H par la Cheville I, laquelle Piece H porte à l'autre bout l'Echope G qui passe au travers de la tête de cette Piece où elle est fixée par la Vis 7. L'Arbre *z. V.* porte une allonge ou assiette C percée en Canon, laquelle entre dans l'Arbre, & y est fixée par une Cheville à l'endroit *z.* C'est dessus cette assiette que l'on fait porter la bâte de la Fusée A, dont la tige entre dans le Canon B du tasseau ou assiette. Cette Fusée est fixée à cet endroit par l'autre Vis D pour y être taillée.

Tout étant ainsi disposé, il faut considerer deux mouvemens differens au grand bras *e.* Par exemple, si on le fixe au Chassis par une de ses extrémités & par la Cheville R, & que l'on tourne la Manivelle T, tellement que la Piece *y.* avance vers *g.* & qu'alors on baisse la Barre H qui porte l'Echope G jusqu'à ce qu'elle touche la superficie de la Fusée A, cette Fusée se taillera dans le sens que la Vis de l'Arbre *z. V.* est taraudée, qui est à gauche. Si au contraire on ôte la Cheville R qui servoit à fixer le grand Bras *e.*, & que l'on donne à ce grand Bras pour centre de mouvement le Point P, en y plaçant la Vis *p.* dont l'assiette O arrête le grand bras; alors si vous tournez la Manivelle dans le même sens que vous avez fait ci-devant, le haut du grand

Bras *e.* ira vers *W*, au lieu qu'auparavant il alloit vers *d*; la Piece *H* par consequent ira aussi dans un sens contraire à celui qu'il avoit auparavant. Ainsi on ne taillera la Fusée que lorsque l'on tournera la Manivelle de l'autre côté. Il faut observer de retourner le bec de l'Echope *G* de l'autre côté quand on veut tailler à droite. La portion de cercle *Q Q* est pour contenir le grand Bras par le bout, & passé dans un embotement fait à la Piece *S* qui tient au Chassis. On voit que le bout supérieur du Bras *e.* est fendu en Fourche dans laquelle passe la Barre *d.* pour lui servir de guide, lorsque l'on a ôté la Vis *p.* & remis la Cheville *R* pour tailler à gauche.

Il faut aussi que la Piece *F* soit fendue afin de servir d'appui à la Piece *H* lorsqu'on la fait descendre pour que l'Echope touche à la Fusée.

---

## M A C H I N E

### POUR TAILLER DES FUSEES.

#### PLANCHE XXVI.

**C**ETTE Machine est composée d'une Equerre *A B C D*. La longue Branche *B C D* porte un Tenon qui sert à fixer l'Outil dans l'Etau *E*. La Partie *C D* est moins épaisse & moins large que la partie *C B*; ce qui fait que la Poupée *G* peut s'approcher ou s'éloigner de la première, toutes deux se peuvent fixer par les vis *H H*. La Poupée *F* & le petit côté *B A* de l'Equerre portent l'Arbre *I K* fait en vis dans sa partie *K L* seulement. Cet Arbre tourne librement sur lui-même au moyen de la Manivelle *M* sans que la Poupée *F* change de place; mais l'Ecrou *N* peut avancer & reculer dans la distance *K L* suivant le sens dont on tourne la Manivelle: c'est à l'Ecrou *N* que tient la Piece *O P* par le moyen d'une Cheville. Cette Piece qui est ouverte suivant sa longueur dans le milieu de sa largeur, est enchassée dans les deux Pieces *Q R* où elle se peut mouvoir autour des deux Chevilles 2. 3. qui la traversent, de manière que les deux Pieces *Q R* sont à l'égard de la Piece *O P* ce qu'une Châpe est à l'égard d'une Poulie, de sorte qu'elle roule autour des deux Chevilles; ce qui regle le nombre des filets sur la Fusée *S* qui tient par une tige à une petite Tenaille *I* pratiquée à l'extrémité



de l'Arbre K L I , de façon qu'elle tourne avec l'Arbre. L'autre bout de cette même Fusée est soutenu par la pointe de la Vis T qui traverse la Poupée G , dans laquelle elle est taraudée. Un second Ecrou 4. sert à tenir cette vis. La Piece B qui est unie à celle A B est percée de deux rangées de trous R 3. qui correspondent à deux pareilles Q 2. fait à la Châpe Q. Cette Châpe tient au quarré V dans lequel on assujetti par une vis la traverse qui porte le quarré Z dans lequel passe le Burin 5. 6. Ce Burin est soutenu par le Ressort Y 5. V qui flechit lorsque l'on appuye sur l'extrêmité *a.* du Levier *a. b.* mobile au point *b.* C'est par le moyen de ce Levier que l'on fait approcher le Burin 6. de la Fusée S qui taille le nombre de tours que l'on souhaite ; ce qui se fait en cette sorte.

L'on monte la Fusée que l'on veut tailler , premierement dans la petite Tenaille I où elle est affermie , ensuite on soutient l'autre bout par la Vis T , le nombre de tours étant déterminée , on élève ou on abaisse les Chevilles 2. 3. jusqu'à ce que l'on trouve que la Fusée fasse , par exemple , sept tours & demie.

---

## AUTRE MACHINE

POUR TAILLER DES FUSEES.

PLANCHE XXVI.

FIGURE I.

**E**ST un Tour qui porte à son extrêmité B deux Rouës dentées CD , lesquelles engrennent l'une dans l'autre. La Rouë supérieure C est fixée sur l'Arbre E F. A l'endroit E est une Tenaille dans laquelle est saisi l'axe de la Fusée G que l'on veut tailler. L'autre bout de la Fusée est retenu par une Coulisse H A. La Fusée G & l'Arbre E F ne faisant qu'une seule Piece , tournent ensemble au moyen de la Manivelle.

La Rouë D mise en mouvement par la premiere Rouë C fait tourner la Vis I K qui est fixée à son centre. L'Ecrou L peut suivre sa longueur. Cet Ecrou porte le Levier M N qui lui est assemblé en M par une forte Charniere. C'est ce Levier qui est entraîné par l'Ecrou qui porte le Burin P qui taille la Fusée.

Ce Burin tient au Levier par une petite vis. Les pas de la Fusée sont déterminés par le nombre des Roues, c'est-à-dire, que si on veut des pas ferrés, il faudra donner à la Rouë D plus de dents, & si au contraire on veut tenir les pas fort éloignés, il en faut moins; ainsi l'usage de cette Machine demande que l'on ait plusieurs Rouës: on pourra marquer sur ces Rouës le nombre des pas qu'elles font faire; avec la hauteur de la Fusée on marquera aussi la largeur des Couteaux; on évitera par ce moyen l'embarras de chercher. La Poupée B se peut démonter au moyen de quatre vis qui retiennent l'endroit où est enfermée l'Arbre. La Vis V garnie d'un contre-Ecrou est pour fixer la grande Vis.

\* *Fig. 2. Planche 27.* La seconde Machine est plus composée que les deux précédentes; elle consiste en une monture de Tour formée de trois Poupées A B C fixée sur la barre du Tour. La première Poupée A porte une Vis D qui soutient la Fusée du côté de sa petite base. Les deux autres Poupées B C portent l'Arbre E F. A l'extrémité E est assujetti la Fusée, & à l'autre bout est une Manivelle qui sert à faire tourner l'Arbre, & par conséquent la Fusée, puisqu'elle y est fermement attachée.

La Partie F G de cet Arbre est faite en vis qui fait mouvoir l'Ecrou brisé H, dont on voit le Profil dans la *Figure 3.* qui peut se ferrer plus ou moins par le moyen d'une forte Vis. Sur cet Ecrou est adaptée la Piece I K par l'extrémité I. Son autre extrémité K tient aussi par une Cheville à la Poupée C. Cette Piece qui est fenduë suivant sa longueur porte un grain L pour recevoir l'extrémité de la Vis M qui est le point d'appui de la Piece N O P mobile dans les Poupées A B. C'est dans cette Piece qu'est enchassée celle I K. Son ouverture répond à l'ouverture N O faite à la partie mobile N O P. Le chemin que cette Piece fait est déterminé par l'éloignement du point d'appui M du centre I, c'est-à-dire, que plus elle en sera éloignée, moins sa partie supérieure O fera de chemin, & au contraire plus on descendra le grain L ou la Vis M vers le centre I, plus l'autre extrémité O décrira de grands Arcs, par conséquent plus aussi la Piece mobile O P fera de chemin; c'est ce qui donne les différens pas des Fusées.

Le point d'appui M se change par le moyen d'une Vis Q qui fait monter & descendre la double Equerre R, ensemble la Vis M & le Grain L *Figure 3.* dans lequel elle entre. Le parallélisme de cette double Equerre est entretenu par le second Arbre S

\* Cette Machine, *Fig. 2.* est de Pierre FARDOIL, Maître Horloger à Paris.

vertical, le long duquel elle peut aisément couler, & porte une Index T qui indique sur les Tiges angulaires tracées sur la Poupée C, les hauteurs de différentes Fusées, depuis la plus petite jusqu'à la plus grande qui puisse être employées dans les Montres, de manière qu'ayant une Fusée à tailler, en ayant pris la hauteur avec un Compas ordinaire, & cherchant comme sur un Compas de proportion la division à laquelle elle répond en posant une jambe du Compas sur une ligne, & l'autre sur l'autre, & faisant descendre ou monter le centre au degré marqué, on a le point d'appui pour les tours que la Fusée de cette grandeur exige. Le second Tour qui est à la partie inférieure de la double Equerre est pour changer la Cheville M afin d'approcher le plus près qu'il est possible du centre I lorsque l'on a de plus grande Fusée à tailler.

La Piece mobile OP porte un Arbre V X mobile sur deux points; il porte deux Bras Y Z. Le Burin qui taille la Fusée est assujéti au premier Bras Y par le moyen de deux Vis. Le second Bras Z frotte le long d'une Courbe W taillé suivant la figure de la Fusée, de sorte qu'elle sert à regler l'enfoncement du Couteau sur la superficie de la Fusée. Le Bras 7. *Fig. 4.* que l'on abat avec la main, sert à faire porter le Burin Y sur la Fusée pendant que l'autre Bras Z frotte dans la concavité de la Courbe W qui est jointe autour par une espece de Tenaille 9. Les deux Bras Y Z sont affermis par une traverse 10. contre laquelle donne un Arboutant 11. qui contient le Couteau dans une même direction; c'est-à-dire, qu'il ne peut vaciller d'aucun côté, arboutant aussi contre le montant V. La Fusée se fixe à l'extrémité E sur un Mandrin d'acier 12. de figure Eliptique, & qui porte deux Chevilles. Le Mandrin a un Canon taillé à pan qui entre dans un trou de même figure pratiqué dans l'épaisseur de l'Arbre. On monte premièrement la Fusée dans une Plaque 13. qui a deux Coches dans lesquelles s'engagent les Chevilles du Mandrin 12. Cette Plaque porte un grain que l'on serre par une Vis; par ce moyen la Fusée se trouve parfaitement unie à l'Arbre.

Les doubles Ecrous 14. servent à la vis qui retient la Piece dans laquelle la partie K est chevillée. On a mis deux vis aux extrémités des Poupées A B parce que ces Poupées sont fendues, & l'on place dans ces ouvertures des Coussinets 15. qui portent dessus de petites Lames de cuivre, sur lesquelles se fait la pression des vis. On conserve par-là la Piece mobile O P en empêchant que les bouts de ces même Vis ne la rayent.

Il faut ici remarquer que les premiers tours de la Fusée doivent être un peu plus éloignés les uns des autres que les tours suivans qui sont à même distance ; car les diamètres étant plus grands, il est nécessaire de réserver une certaine épaisseur dans les premiers pas. Pour faire que la Machine produise d'elle-même cet effet, on élève d'une fort petite quantité la Piece mobile en lui donnant une certaine inclinaison, de maniere qu'elle ne soit pas tout-à-fait parallèle à l'Arbre E G. Pour cet effet on place dessous cette Piece, dans l'ouverture de la Poupée A, de petites Lames de cuivre qui lui donnent une inclinaison presque insensible ; ce qui fait que cette Piece changeant de centre, les premiers pas sont toujours un peu plus écartés que ceux qui les suivent. Il est évident que cette Machine est préférable à tous égards aux deux précédentes, parce que, 1°. On a la commodité de trouver tout d'un coup le centre qui convient à une Fusée au moyen du Compas de proportion, tracé sur la Poupée C.

2°. Le centre ou point d'appui de la Piece mobile est sans équivoque, puisque l'on entretient le parallélisme de l'Equerre qui porte la Cheville M.

3°. La Piece mobile étant aussi solide qu'elle est, ne peut fléchir en aucun sens ; c'est ordinairement cette Piece qui fatigue le plus, supportant tout l'effort employé sur le Burin pour vaincre la résistance du métal. Ainsi il est important que cette Piece soit faite au mieux ; le moindre petit jeu dans ces sortes de Machines devenant très-sensibles sur la Fusée.

4°. Le Burin ne sauroit se déranger ; outre qu'il est retenu sur sa tranche par deux Vis, il est encore entretenu dans sa direction par un arcaboutant.

5°. La maniere d'incliner la Piece mobile est très-ingénieusement imaginée, puisque par-là on a les pas de la Fusée de la force qu'il convient qu'elle soit toujours en diminuant en tirant du côté de la partie basse.

Il faut aussi considerer l'Ecrou H & *b* Fig. 3. comme une des Pieces la plus essentielle qui fait ressort par ses extrémités que l'on rend à la justesse que l'on veut, sans autre frottement que celui de la Vis dans son Ecrou.



## M A C H I N E

Qui sert à plusieurs operations d'Horlogerie , inventée par  
Pierre F ARDOIL , Maître Horloger à Paris.

## P L A N C H E X X V I I I.

LES propriétés de cette Machine sont , 1°. De trouver les degrés d'ouverture des Palettes d'une Verge de Balancier de Montre. 2°. De donner la longueur des mêmes Palettes. 3°. De déterminer l'inclinaison de la denture de la Rouë de Rencontre. 4.

La premiere *Figure* represente la Machine en entier , dont on détache les parties suivant la nature de l'operation : Par exemple, la *Figure 2.* qui est pour trouver les degrés d'ouvertures des Palettes, est composée d'un Tour EF garni de ses pointes. Voyez la *Fig. 2. & 2. bis. Planche 29.* Sur la Poupée F est fixée une Plaque de cuivre GH qui porte un Râteau I qui engrenne dans le Pignon G. Au centre de ce Pignon est attachée une Aiguille qui marque les degrés sur un cercle divisé depuis 80. jusqu'à 120. Au centre du Râteau I. est une seconde Aiguille K. Son extrémité L doit être assez pesante pour emporter l'autre partie K. Cette Aiguille est mobile sur la pointe du Tour. Une seconde Piece M qui peut se mouvoir suivant la largeur du Tour, sert de terme à une des Palettes du Balancier, pendant que l'Aiguille K s'applique contre la seconde Palette pour en donner l'ouverture ; ce qui se fait en cette sorte.

On place le Balancier entre ces deux pointes du Tour *Fig. 2. Planche 29.* ensuite on fixe le Balancier en presentant la pointe *m* vis-à-vis d'une des Palettes. Le Cocq 2. qui paroît dans les *Développemens, Fig. 2. bis. Planche 29.* tend aussi à s'appliquer contre l'autre Palette. L'extrémité K de l'Aiguille, *Fig. 2. Planche 28.* étant arrêté, on fait tourner par le moyen de la premiere Aiguille le Pignon G jusqu'à ce que la pointe I que porte le Râteau, se trouve vis-à-vis de la pointe K de la seconde Aiguille ; pour lors la premiere Aiguille du Pignon G donne sur le Cadran le degré d'ouverture demandé. La *Fig. 4.* que l'on fixe sur la Poupée E sert à trouver la longueur des mêmes Palettes par rapport à la distance des dents de la Rouë de Rencontre. Cette Piece est composée du Levier coudé NOP mobile au point O. Etant assujettie

4.° De voir si la  
Rouë de Rencontre  
est égale.

à la Poupée, son extrémité N tend à s'approcher fort près du centre des pointes du Tour, par le moyen d'un Ressort placé au-dessous de cette Piece. Son autre extrémité P est faite comme un Outil à évaluer les Rouës de Rencontre, avec lequel on prend la distance de deux dents de la Rouë de Rencontre pour laquelle on fait la Verge de Palette. Sur la Piece qui porte ce Levier coudé, on fait faire aux deux extrémités le mouvement contraire par la Vis Q qui tend à contraindre le Ressort, & par conséquent à faire éloigner l'extrémité N des pointes du Tour, pendant que l'autre extrémité P tend à s'approcher. C'est à cette extrémité P que l'on échantillonne la Rouë de Rencontre, en prenant l'ouverture d'une de ses dents, ensuite le Balancier étant entre les deux pointes du Tour, on presente l'extrémité N aux Palettes, & l'on connoît par-là si elles sont de la longueur requise; car il faut qu'elles puissent passer entre le bout N sans cependant qu'elles y passent trop librement, mais avec un léger frottement.

La partie *Fig. 5.* est pour connoître l'inclinaison de la denture de la Rouë de Rencontre; elle se fixe encore sur la même Poupée E. Elle consiste en un quart de cercle R denté, autour duquel engrenne un Pignon qui marque sur un Cadran S fixé à l'Alidade S T, pendant que cette même Alidade marque par sa ligne de foi les degrés sur le quart de cercle divisé en 90. Cette Alidade porte à sa Charniere T une Coulisse que l'on fait tomber sur le champ de la Rouë de Rencontre pour connoître l'inclinaison que ses dents doivent avoir; ce qui se fait en cette manière. On place la Rouë de Rencontre entre les deux pointes, on assujetti une dent dans un terme que l'on ne peut voir ici, mais qui se découvrira dans la *Planche* suivante aux *Développemens* de cette Piece *Fig. 5.* La denture ainsi arrêtée, on fait tourner l'Alidade que l'on place au degré que l'on veut; on a les petites parties de degré sur le Cadran S; le degré une fois arrêté, on fait tomber la Coulisse T *Fig. 5. Planche 28.* sur le champ de la dent, & on marque un trait qui donne l'inclinaison de la dent. On répète cette operation sans cependant changer l'Alidade autant de fois qu'il y a de dents.

La quatrième Piece *Fig. 3. Planche 28.* est pour voir, comme on l'a déjà dit, l'égalité de cette denture. On applique cette Piece sur la première *Fig. 2.* à l'endroit H. On laisse la Rouë de Rencontre V entre les pointes. La Partie X Y est composée de deux

mouvements ; elle se meut toute entiere horizontalement , & le Levier V Y Z peut s'élever & s'abaisser. L'extrémité Z fait mouvoir un second Levier Z 4. qui est toujours élevé en enhaut par un Ressort. Ce second Levier, que l'on peut appeller Aiguille , parcourt l'Arc 4. 5. du Secteur 4. 5. 6. que l'on peut élever & abaisser avec l'Aiguille le long de sa tige par le moyen de la Vis 7. L'extrémité 9. de la Piece X ne change point de situation, c'est-à-dire , qu'il se trouve toujours successivement appliqué contre les faces des dents de la Rouë de Rencontre, de même que l'extrémité V du Levier Y Z ; mais pour peu qu'il y ait d'inégalité dans la denture , le bout 4. de l'Aiguille se fait sensiblement appercevoir. Voici comme on reconnoît ces inégalités.

Après avoir placé la Rouë de Rencontre dans les pointes du Tour, on engage les extrémités 9. V dans l'intervale d'une dent, après quoi on élève ou on abaisse par ce moyen la Vis 7. le Secteur 4. 5. 6. jusqu'à ce que la pointe 3. réponde à la pointe 4. de l'Aiguille ; ce qui étant fait , on dégage cette dent pour en remplacer une autre ; cela se fait en poussant par le Conducteur X toute la Partie V 9. Y Z. On engage de nouveau une autre dent en tirant à soi la même Piece ; alors pour peu que cette dent differe de la premiere, l'extrémité varie , & se détourne considerablement de la pointe 3. par-là on reconnoît l'imperfection de la denture. On observera que l'extrémité Z de l'Aiguille 4. est assez large pour permettre au Levier Z Y de mouvoir lorsque l'on dégage la dent sans pour cela que les autres extrémités V 9. se puissent déranger.

---

## E X P L I C A T I O N

*Des Développemens de cette Machine.*

P L A N C H E X X I X.

F I G U R E 2. \*

**E**ST la premiere partie qui porte l'Aiguille B. Le Rateau C est le Pignon qui fait mouvoir la petite Aiguille des divisions D. E est la même Plaque détachée du Tour. Les Pieces sont aussi détachées & posées dessous leurs profils marqués des mêmes lettres en Italique. 2. Est le petit Cocq qui s'applique

K ij

contre une des Palettes, pendant que le terme M retient. F F *Fig. 3.* est le grand Levier qui fait mouvoir l'Aiguille G qui marque les inégalités des dents.

H Est une Vis qui sert à hausser & baisser le Secteur. I est le Secteur avec ses pointes. K est le Conducteur avec la Vis L qui tient le grand Levier. N est le Ressort qui sert à entretenir ferme toutes ces Pièces contre la Partie O qui les porte.

P P *Fig. 2.* est le Tour garni de ses pointes avec le terme *m* qui peut couler suivant la largeur de ce Tour. Q R est une Pièce qui sert à l'inclinaison des dents de la Rouë de Rencontre. R est le cercle porté par l'Alidade. Cette Pièce traversée, l'on voit le petit Tenon S qui sert à fixer la Rouë de Rencontre, lorsque l'on veut marquer sur son champ l'inclinaison de sa denture. S R est l'Alidade vüe de différens sens.

T V *Fig. 4.* est la Pièce qui sert à terminer la longueur des Palettes. L'extrémité X est pour échantillonner la Rouë de Rencontre. La Pièce renversée Z fait Ressort pour faire agir cette Pièce d'un sens contraire.

6. 6. *Fig. 2. bis* est un petit Pont qui empêche que l'Aiguille B ne tombe.

Cette Machine est très-ingenieusement imaginée ; elle est très-utile & très-précise dans ses opérations.

## A U T R E M A C H I N E ,

*Pour trouver la longueur des Palettes d'un Balancier, par rapport à l'ouverture des dents de la Rouë de Rencontre.*

### P L A N C H E X X X.

**L**A première *Figure* A B est un Tour que l'on fixe dans un Etau G. Ce Tour est garni à l'ordinaire de deux pointes entre lesquelles on place le Balancier D. Les pointes s'assujettissent par les Vis E E. Sur ce Tour est appliquée une Pièce F G H qui fait charnière aux deux points G H. Le côté F G se peut approcher de la Poupée A par le moyen de la Vis I, & peut aussi s'en éloigner à une petite distance, ayant un Ressort L M qui se voit à la partie supérieure de la *Planche* où le Tour est développé. Cette Pièce est jointe sur le Tour ; elle arbutte contre le côté F G de la Pièce F H. L'extrémité F correspond à une Pointe N



fixée sur l'épaisseur de la Poupée, de manière que ces deux pointes ( qui peuvent s'approcher fort près l'une de l'autre ) sont de niveau sur la traverse G H qui fait charnière. Sur cette Piece est solidement attachée un Bras O P. L'extrémité P qui est courbée répond au centre des pointes du Tour, ou ce qui est de même, au point du Balancier. Les deux Montans F G, la Pointe N, & le second Montant O P, sont faits avec une telle proportion, qu'ayant mis le Balancier entre les deux pointes; de sorte que l'une des Palettes se trouve vis-à-vis de l'extrémité P, & ayant pris avec les autres Pointes F N l'intervale des dents de la Rouë de Rencontre, & faisant tourner le Balancier, le Montant O P donne à l'endroit P la longueur de la Palette; c'est-à-dire, qu'après avoir mis les extrémités F N à la distance qu'elles doivent être, si la Palette ne passe pas entre la Pointe P & la Tige du Balancier, c'est une marque qu'elle est trop longue, & qu'au contraire si la Palette passe à une trop grande distance de P, c'est aussi une marque qu'elle est trop courte, de manière que pour être bien il faut qu'elle passe avec un très-petit frottement.

Cette Machine est représentée de grandeur naturelle; ainsi il sera facile de la construire par la façon dont elle est détaillée. Les Pieces, quoique détachées, sont marquées des mêmes lettres. Les lignes ponctuées marquent les endroits où chaque chose doivent être placés. La *Figure R* représente un petit Cube de bois enchâssée dans l'épaisseur des Poupées dans lesquels passent les pointes au Tour: c'est sur ces Cubes que portent les Vis E E.

## AUTRE MACHINE,

Pour connoître <sup>la longueur</sup> l'ouverture des Palettes.

P L A N C H E X X X.

F I G. U R E 2.

CETTE Machine est composée de deux especes d'Equerres de cuivre A B C, D E F, jointes ensemble par un de leur côté. La première A B C qui est entaillée est fort large; elle porte des pointes G H entre lesquelles on place le Balancier I qui peut tourner sur ses Pivots. La seconde Equerre D E F qui n'a pour largeur que l'épaisseur du cuivre, porte un Levier K L M mobile.

au point L. Son extrémité inférieure est une pointe K qui répond à une seconde pointe P fixée à l'Equerre. Ce Levier est poussé par une Vis Q & tenu par un Ressort R. L'extrémité supérieure M donne la longueur de la Palette, de même que dans la Machine précédente. Après avoir pris avec les pointes inférieures K P les distances des dents de la Rouë de Rencontre, les différens profils que l'on voit dans le haut de la *Planche* donnent le moyen de construire ce Tour.

L'Outil *Fig. 3.* que l'on appelle en terme d'Horlogerie *Calibre* ou *Echantillon*, est pour vérifier une Rouë de Rencontre en mesurant la distance des dents l'une après l'autre. Il est formé de deux Pièces *a b c*, *d b g* unis ensemble au point *b* en maniere de Ciseau. La premiere Piece *a b c* tient au manche, & la seconde *b d g* est mobile. L'extrémité *g* peut s'approcher ou s'éloigner de la premiere au moyen de la Vis *h*, de sorte qu'ayant pris la distance d'une dent à l'autre depuis le point *c* jusqu'au point *g*, & vérifiant les autres avec cette distance, on voit si les dents sont égales. L'Outil qui paroît emmanché est de grandeur naturelle. La *Figure* qui est au-dessus n'est que pour faire voir sa construction avec plus d'intelligence, à moins que l'on ne voulût s'en servir pour de très-grandes Rouës de Rencontre.

L'Echappement dans les Pendules & dans les Montres étant une partie des plus essentielle, on ne sçauroit prendre trop de précaution à le former. Ainsi tout ce qui tend à sa perfection doit être regardé comme chose utile & nécessaire. Il y a encore plusieurs autres Machines pour ce même sujet, que je n'ai pas trouvé nécessaire de rapporter, parce qu'elles m'ont parû inférieures à celles que l'on vient d'expliquer. ~~On en trouvera cependant encore une ci après.~~



## MACHINE A ENGRENAGE.

*Employée à plusieurs usages.*

## P L A N C H E X X X I.

F I G U R E 1. 2. &amp; 3.

**L**A Machine fixée dans l'Etau A est composée de deux Tours B C posée l'un sur l'autre. Le premier Tour B est joint au second par deux Vis D D , autour desquelles ce Tour fait charniere. Il peut s'éloigner ou s'approcher du Tour G au moyen de la Vis E qui les unis ensemble ; tous deux sont garnis de pointes F F qui sont ferrés entre des petits Tenons qui leurs donnent la liberté de couler. On arrête ces mêmes tiges par les Vis G G qui serrent des Cocqs H H *Fig. 2. & 3.* qui servent à les fixer.

Ayant mis dans le Tour B la Rouë L & dans le Tour C un Pignon M , on fait engrenner l'un & l'autre par le moyen de la Vis E qui approche & éloigne le Tour B, on connoît par-là si l'engrenage est bon, & on le transporte sur la Platine de la maniere suivante.

On prend le Compas *Fig. 6.* avec lequel on prend exactement la distance des pointes F F que l'on rapporte sur la Platine pour faire le Calibre.

Le second usage de cette Machine est de polir un Pignon avec sa Rouë, quand le Pignon est trop près de la Rouë, & qu'on ne veut pas le dérider ; on le fait engrenner beaucoup , & on met de la Potée d'Emeri en tournant la Rouë avec un Archet, & le Pignon se poli dans les principaux endroits qu'il a besoin.

La *Fig. 4.* est une addition à ce Tour qui sert à voir si les Palettes du Balancier sont bien faites par rapport aux dents de la Rouë de Rencontre. On applique sur le Tour B une Piece d'acier R qui porte deux trous, l'un fait à un morceau de cuivre S, & l'autre à une Vis T. Une seconde Piece V X Y Z se place dans la distance S T où elle fait charniere au moyen des Pivots V X. C'est dans l'intervale Y Z que se place le Balancier qui peut tourner sur lui-même, on met ensuite la Rouë de Rencontre 3. avec la Rouë 5. qui engrenne dans son Pignon ; entre les deux pointes du Tour, on presente les Palettes du Balancier, & l'on voit si elles

font bien ou mal faites. La Vis *W* est pour hauffer ou baiffer la Piece *V Y*. La seconde Vis *7*. qui tient à un coude sert à approcher ou à éloigner plus ou moins le Balancier de son engrenage. Cette Machine qui est pour les petits ouvrages est de grandeur naturelle. Les Profils & les Développemens sont suffisans pour donner toute l'intelligence que demande son exécution. Les Ecrus marquées *9*. font pour affermir les Vis dans leurs Ecrus.

---

## AUTRE MACHINE

### A ENGRNAGE.

#### P L A N C H E X X X I I.

##### F I G U R E 1.

**A** B, C D, Sont deux Tours posés de même que les précédens l'un sur l'autre ; ils font charniere autour des Vis E F. Le premier Tour A B a deux Poupées fixes. A B est une Equerre ou Poupée coulante G H I qui se fixe par le moyen de la Vis H.

Le second Tour C D n'a qu'une Poupée fixe C & une Poupée mobile D M N. Les Poupées mobiles sont percées aux endroits D G pour recevoir un des Pivots de la Rouë K & du Pignon P. Les autres Pivots sont reçûs par les pointes Q R. Ces pointes coulent entre des Tenons & se fixent par des Cocqs S S que l'on peut serrer avec des Vis comme celles T. La Branche C *Fig. 2.* porte à sa partie inferieure une portion de cercle V X Y, autour de laquelle roule la Branche A que l'on peut tenir fermée par la Vis Z *Fig. 1.* L'extrêmité V est faite en Vis, qui entre dans un Erou qui sert à rapprocher les Branches l'une de l'autre ; ce qui fait un engrenage avec plus de précision.

Lorsque l'on a des tiges d'une grande longueur, l'on met l'un des Pivots dans la Poupée fixe B plus épaisse que les autres, & qui répond à l'extrêmité de la tige coulante W, de maniere que le trou fait à la Poupée B & celui qui est à l'extrêmité W sont paralleles aux deux autres Poupées. Cette Machine que l'on assujetti dans un Etau peut servir aux mêmes usages que la précédente.

MACHINE

# M A C H I N E

## A T A I L L E R L E S L I M E S .

### P L A N C H E X X X I I I .

**A**, Est un fort Chassis solidement attaché par quatre Vis sur un Etabli.

**B B**, Est un second Chassis assemblé à rainure dans le grand, de maniere qu'il peut-se mouvoir en ligne droite d'un bout à l'autre. Ce sont les quatre Tenons *x x x x Fig. 2.* qui entrent dans la Coulisse. Ce Chassis en renferme un troisième *Fig. 3.* Il n'y est soutenu que par les deux Pivots **H H**. C'est sur ce dernier Chassis que l'on pose la Lime que l'on veut tailler, laquelle est retenuë par des Barettes telle que **G**. La Lime est posée sur un lit d'Etain renfermé dans la Partie **H H**, afin que la taille ne se gâte pas lorsque l'on retourne la lime quand elle est taillée d'un côté.

**8. 8.** Est une Vis retenuë par un Colet au Tenon **D 7**. Son autre bout est tarandé dans le Bras **D** du Chassis **B B**. La même Vis porte la Rouë **M** sur laquelle on met des Chevilles à volonté, ou plutôt on change de Rouë selon la taille dont on veut faire la Lime; la même Vis porte une Manivelle **O**.

Enfin **K** est un Arbre mobile dans deux Tenons qui élevent les Marteaux **I I** qui ont chacun leurs Palettes fixées sur leurs Canons. Ils s'élevent & tombent quand ils sont pris par les Chevilles que portent la Rouë, en tournant la Manivelle à droite; il en résulte deux mouvemens. Le premier, est d'élever un des Marteaux qui retombe sur le Ciseau **T Planche 34.** & le second, de faire avancer le Chassis **B B**, *Fig. 2. Planche 33.* & par conséquent la Lime.

Le Ciseau *Planche 34.* est tenu par une Charniere **5. 3.** poussé par la Vis **4.** & élevé par le Ressort **6.** lorsque l'on détourne cette Vis.

Quand on a taillé la Lime d'un côté, on change l'inclinaison du Ciseau **T** qui croise la raille, ensuite on pousse l'Arbre **K**, *Planche 33.* contre le Ressort **N**, on l'arrête dans cette situation, pour lors la Palette **L** est prise par les Chevilles de la Rouë **M**, & le second Marteau frappe sur le Ciseau.

On voit par cette Méchanique que si on ne met qu'une Che-

ville sur la Rouë , que la distance des tailles fera égale aux pas de la Vis ; si on en met deux , qu'elle fera moitié plus fine. S'il y en a 10 ou 12. la taille fera 10 ou 12 fois plus fine ou ferré. Cette Machine travaille sans perdre de tems , c'est-à-dire, qu'en tournant la Manivelle à droite ou à gauche la lime se taille toujours , & la taille sera parfaitement égale. Le troisième Chassis étant mobile sur ses deux extrémités , il obéit à l'effort ; & pour que le coup soit plus assuré , on ajoute un Tas en dos-d'âne SQ sous le Ciseau.

Si les Marteaux ne frappoient pas assez fort , on peut en mettre de proportionnés aux limes que l'on veut tailler : c'est à l'expérience de l'Artiste à se procurer dans son travail toutes les choses nécessaires pour parvenir au but qu'il se propose.

## M A C H I N E

*A fendre les Rouës de Rencontre enarbré, par Pierre FARDOIL,  
Maître Horloger à Paris.*

### P L A N C H E X X X V.

ON sçait combien il est important d'avoir une Rouë de Rencontre égale , & combien il y a de difficulté à y parvenir seulement à un point satisfaisant ; car de prétendre avoir une Rouë de Rencontre assez égale pour qu'il ne puisse s'y trouver de différence , quand elle est mise sur la Machine *Planche 28.* c'est ce qu'on ne peut raisonnablement espérer.

Pour approcher le plus qu'il est possible , l'Auteur a imaginé cet Outil *Fig. 1.* qui est tenu dans l'Etau A quand on fend la Rouë. Il faut considérer cette Machine comme étant faite sur le principe de la Machine ordinaire à fendre les Rouës. Au lieu d'une Platte-forme c'est un Rochet de 15. qui est fixé par le terme BB mobile au point CC par deux Vis à pointes. Le Ressort DD appuie sur les dents du Rochet pour l'affermir contre le terme. Les raisons qu'on a eu de se servir d'un Rochet au lieu d'une Platte-forme, c'est qu'il paroît plus aisé à égaler un Rochet que les divisions d'une Platte-forme ; & comme on ne fait que très-rarement des Rouës de Montre que du nombre de 15. ou 13. on a deux Rochets qui s'ajoutent également sur l'Arbre sans difficulté l'un au défaut de l'autre.

Pour l'intelligence de la construction de cette Machine, il faut faire attention qu'elle ne differe nullement en principe des Machines à fendre, c'est la construction du Chassis qui fait la plus grande difference; & avant d'expliquer les effets, il faut voir les *Développemens* à la *Planche 36*.

*Fig. 1.* est le Chassis sur quoi sont assemblées toutes les Pièces. *Fig. 2.* est le Profil. Et *Fig. 3.* est le Plan de dessus. Sur la traverse F G *Fig. 2.* & *3.* sont assemblées à coulisse toutes les Pièces qui composent la charniere. Ces Pièces ensemble, vûës par derriere, sont à la *Fig. 2. Planche 35*.

Le plan ou corps sur quoi sont assemblées à coulisse toutes ces Pièces, est la *Figure 4. Planche 36*. *5.* est le Profil. Sur la *Fig. 4.* est placé au centre la portion de Rouë marquée *6*. La *Fig. 7.* est le Profil. Cette portion de Rouë & sa traverse H H peuvent tourner sur le Plan *Fig. 4.* pour incliner les dents de la Rouë de Rencontre au degré que l'on veut, comme, par exemple, *25*. c'est l'Aiguille *1. Fig. 6.* qui les marquent. Cette portion de Rouë *6.* & *7.* est tenuë jointe fortement contre son plan par le moyen de la Calotte *8.* & *9.* & un Ecrou *10.* & *10.*

Cette Calotte *8.* & *9.* quoiqu'elle soit placée quarrément sur la *Figure* marqué *7.* néanmoins pour plus de solidité, on a mis deux Vis qui serrent le quarré, pour éviter aucun balotage, & crainte que la traverse H H *Fig. 6.* ne puissent aucunement s'ébranler en travaillant, on a mis la Vis *11.* dans l'ouverture K taraudé dans la *Figure 4.* de sorte que cette Vis augmente encore la solidité de cet assemblage, en serrant la circonference de la Calotte *8.* contre le Plan *Fig. 4.* maintenant on voit que la traverse H H doit être solide contre son Plan *Fig. 4.* & qu'en desserrant les Vis qui la tiennent qu'on peut la mouvoir. Les deux bouts H H portent chacun un trou fait en cône, dans lesquels entre le bout des Vis L L du Tour qui porte la Fraize. La Manivelle, une Rouë, & un Pignon *Fig. 12.* en font le Plan.

Comme cette Méchanique est bien connue, je n'en dirai rien de plus. Quoique la Pièce *Fig. 4.* paroisse bien assurée quand elle est montée sur la traverse F G serré avec la Vis M, & qu'on ait mis les deux quares à pan pour plus de solidité & de justesse, on a jugé à propos d'augmenter encore cette solidité en ajoutant la Pièce *13.* sur la même traverse avec la Vis N & un Ecrou.

Les dents qui paroissent à la portion de Rouë *Fig. 6.* sont fenduës sur le cercle de *72.* pour tracer les degrés du grand cercle

de 5. en 5. parce que 5. fois 72. valent 360.

La *Fig. 3. Planche 35.* est le derriere de la Machine dégarnie d'une grande partie des Pieces qui la composent. FG est la traverse sur laquelle est montée la *Fig. 2.* p est une queue pour tenir la Machine dans l'Etau, & cette Machine est montée sur un pied q pour la tenir sur l'Etabli.

Il s'agit presentement de faire voir comme on ajoute la Rouë de Rencontre sur l'Arbre du Rochet *Fig. 17. Planche 36.* car cette Machine n'est uniquement que pour fendre & égaler les Rouës de Rencontre de Montre.

L'Arbre *Fig. 14.* est creux pour contenir celui 15. & celui 15. à son tour est creux pour contenir la tige & le Pignon de la Rouë. Lorsqu'on veut mettre la Rouë au centre de l'Arbre 15. on le fait chauffer pour appliquer sur son assiette de la Cire d'Espagne, & sur le champ on applique la Rouë dessus, ensuite on met l'Arbre & la Rouë sur le Tour, on le fait échauffer de nouveau & avec un Archet, & un Outil comme le bout d'un manche de lime on met aisément la Rouë & l'Arbre rond, ensuite on met l'Arbre 15. dans celui 14. qui est indépendant de son Canon, l'assiette porte une rainure faite comme la *Fig. 16.* dans laquelle entre l'assiette o o de l'Arbre 15. & les trois Crochets r s t se tournent par-dessus; de sorte que cet Arbre 15. fait corps avec celui 14. & si on met pour lors l'Arbre 14. sur le Tour, on trouvera que la Rouë, le Rochet & les deux Arbres tournent aussi ronds que s'ils étoient d'une Piece; ce qui est très-essentielle.

Il s'agit encore d'une méthode qui n'est pas moins de conséquence pour centrer l'Arbre 14. sur la Machine. M<sup>r</sup> Fardoil l'avoit centré par un cône à l'endroit e qui entroit dans un trou; mais cette maniere étoit défectueuse & sujette à erreur. J'ai changé cette méthode pour centrer la Rouë par son tigeon, comme elle est représentée *Fig. 18.* Cette Piece s'ajoute dans la Fourchette V *Fig. 2.* de sorte que la Rouë & l'Arbre tournent parfaitement rond.

Il y a encore une remarque à faire qui ne doit pas être négligée; c'est qu'en fendant la Rouë on la rend quelquefois fort inégale en appuyant plus à une dent qu'à une autre, ce qui les fait plier; de sorte que cet inconvénient rend souvent inutile toutes les précautions que l'on a prises.

Pour donc s'affurer de la justesse de la Rouë avant de l'ôter de dessus la Machine, je me sers du Levier *Fig. 19.* Le bout x



Donne dans les dents de la Rouë , & l'Aiguille *y*. Je la fais répondre à la pointe *Z*. Il y a un Ressort qui pousse toujours la Palette *x* contre une des dents de la Rouë ; de sorte qu'en changeant le Rochet d'une dent , je change aussi cette Palette , & je vois si l'Aiguille répond à la pointe *Z*. Si elle n'y répond pas , on l'y fait venir aisément en redressant la pointe de la dent quand la Rouë a fait le tour & que l'Aiguille *y* se rapporte à toutes les dents au terme *Z* ; on peut , ce me semble , conclure que la Rouë est parfaitement égale , parce que la moindre inégalité se découvre sensiblement par la raison du petit Levier *x* au grand *y*. E est le Profil de ce Levier qui est monté entre les deux pointes *♣* & *♣* au point *W W*. Cette Piece 20. dont le Profil est 21. est montée & retenuë dans la traverse *G Fig. 3.* par la Cheville qui la traverse. On voit cette Piece montée à la *Fig. 3. Planche 35.* & aussi sur la *Fig. 1.* de la même *Planche*. Cette Machine , à laquelle j'ai fait des additions bien nécessaires , est la première qui n'a pas été cachée. Auparavant il n'y avoit qu'un Anglois à Paris qui avoit une Machine à cette usage , dont son principal soin étoit de la cacher. Elles sont à present plus communes : cependant je n'en connois point qui ayent une Aiguille pour vérifier la Rouë quand elle est fenduë , comme il y en a une à celle-ci.

Cette Machine avoit encore d'autres propriétés , comme de pouvoir polir la Rouë sans l'ôter de sa place , d'avoir un Outil séparé pour centrer la Rouë , & un autre pour centrer la Fraize : mais attendu le peu d'utilité de ces additions , & l'embarras qu'elles causoient , je les ai supprimées.

---

## M A C H I N E

*Pour polir les Ressorts de Cadran , &c.*

## P L A N C H E X X X V I I.

O N sçait la difficulté qu'il y a de polir & de dresser parfaitement à la main certaines Pieces courbes , comme un Ressort de Cadran , un Marteau de Répétition , &c. & combien ces sortes de Pieces demandent de tems & d'adresse pour y parvenir ; c'est ce qui m'a obligé de chercher quelque Machine qui pût , en abrégant le tems , augmenter la perfection de l'Ouvrage. Une

Rouë de Lapidaire peut être très-propre pour ce sujet ; mais la place qu'elle exige ne peut causer que des difficultés qui font perdre l'envie de s'en servir ; d'ailleurs il m'a paru qu'une seule Rouë ne seroit pas suffisante, parce qu'étant obligé de l'imbiber d'Emeri pour commencer à dresser la Piece, & qu'ensuite il faut de la Potée pour achever le poli, si on applique cette Potée sur la Rouë qui a servi à l'Emeri, on coureroit risque de ne pas réussir à cause qu'il y en peut rester ; il faudroit donc au moins deux Rouës, une pour l'Emeri, & l'autre pour la Potée ; on pourroit même ajouter un troisième faite d'Étain pour donner le brun à la Piece que l'on poli. Ces considerations m'ont fait naître l'idée de faire mouvoir avec une Manivelle les Outils que l'on met à la main. A la verité cela n'a pas paru si diligent qu'une grande Rouë, mais beaucoup plus facile, en ce que la Machine est fort petite, très-simple, & qu'elle a l'avantage que l'on peut changer de Polissoir facilement. J'ai pris une vieille Cage de Pendule A A *Fig. 1.* j'ai placé entre les Platines & sur deux Rouleaux B C *Fig. 2.* la Coulisse H p au milieu de la Cage. J'ai placé la Rouë D qui porte 6 Chevilles d'un côté, & autant de l'autre ; il y a encore dans la Cage un Arbre qui porte le Bras K qui est levé par les Chevilles. Le Pivot de cet Arbre porte quarrément le second Bras L *Fig. 1.* Ce Bras est pour retirer la Coulisse H p par la Cheville r. Quand on tourne la Manivelle, la Cheville S entraîne la Coulisse H p par le moyen du Bras G. Quand la Cheville est au bout & qu'elle échappe, une autre Cheville fait lever le Bras K qui fait revenir la Coulisse par le moyen du Bras L & de la Cheville r. Celui-ci étant échapé, l'autre recommence, & ainsi successivement ; ce qui forme une espece d'Echappement qui fait aller & venir la Coulisse 12. fois dans un tour de Manivelle. Au-dessous de la Coulisse j'ai construit un support mobile pour donner les pans inclinés que l'ouvrage demande. Le Tenon M est fixe, au travers duquel passe la Vis N. Le support I est mobile. On le comprendra en regardant le Plan *Fig. 3.* On place un Ressort de Cadran sur la *Fig. 4.* & on joint cette Plaque contre le support I.

Si la face ne porte pas juste sur la Coulisse, on l'y fait venir facilement par le moyen de la Vis N. Dans cet état on tient la monture du Ressort avec la main, & de l'autre on tourne la Manivelle ; on ajoute des Polissoirs de cuivre rouge, d'acier, d'étain, &c. Sur la Coulisse on met l'Emeri, & ce que l'on veut, & par

ce moyen on dresse très-vif un Ressort & en peu de tems, & on lui donne un très-beau poli.

Le Ressort W contient le support joint contre la Vis, la Machine est tenuë à l'Etau par le Tenon Z.

## M A C H I N E

*A faire les Engrenages de Montres, inventée par  
Mr l'Abbé DENDELOT.*

### P L A N C H E X X X V I I I.

**Q** Uoique cette Machine tende au même but que celle de la *Planche 32.* sa construction différente me paroît d'un usage plus parfait.

*Fig. 1.* Represente toute la Machine montée ; elle contient deux Rouës entre les quatre Pointes A B C D. Ces Pointes ou Coulisses sont placées en rainure sur deux especes de Poupées marquées E F. Ces deux Poupées se presentent toujours l'une à l'autre parallelement ; elles sont montées sur la traverse G H. La *Fig. 6.* les representent separées. *Fig. 2.* est le Profil du tout. *Fig. 5.* Represente le derriere de la Machine, & la *Fig. 4.* est la Poupée marquée E. Cette Poupée s'éloigne ou s'approche de sa semblable marquée F par le moyen de la Vis K. Ce qui fait engrenner la Rouë dans le Pignon à volonté, ensuite on fixe la Poupée E par le moyen de la Vis L ; pour lors les deux pointes A C donnent la vraie distance des deux centres sur la Platine.

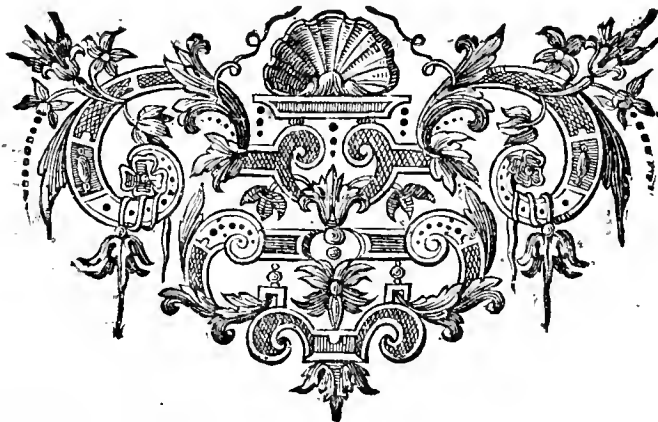
Il résulte de cet avantage que les deux centres des Rouës étant bien placés, les dentures restent de la longueur qu'elles étoient quand on a formé la grosseur du Pignon ; ce qui fait qu'il conserve la juste proportion qu'on lui a donné.

Cette Poupée *Fig. 4.* est composée des Pieces M N. Le Profil de la Piece M est la *Fig. 3.* La Vis K est taraudée dans le bout de la traverse H *Fig. 1.* Le bout de cette Vis entre dans un Tenon que la Piece N porte ; elle est goupillée par le bout. Le Plan de derriere de la Piece N est *nn Fig. 3.* Celui de devant, c'est-à-dire, qui est mobile & toujours parallele à la Poupée F, est la *Fig. 7.* qui se place sur la traverse *hg.*

O & P sont le plan & profil d'une des Coulisses ; elles sont tou-

tes les quatre semblables. Ces quatre Coulisses sont maintenuës sur leurs plans par des rainures, & ont chacune une Vis comme celle *r s* Fig. 6. & ces Coulisses sont fixées chacune avec une autre Vis comme celle *q*.

Il seroit à souhaiter que les Horlogers ne fassent point d'engrenage qu'avec une semblable Machine ; cela procureroit en general beaucoup plus de fidelité aux Ouvrages.





TRAITÉ<sup>1</sup>  
D E  
L'HORLOGERIE.

---

EXPLICATION

*De plusieurs Echapemens d'Horloges & de Montres.*

PLANCHE XXXIX.



LE Rouage d'un mouvement tend toujours à tourner, & tourneroit même avec beaucoup de rapidité quand il est tiré par un poids ou par un Ressort, s'il n'étoit retenu & réglé par ce qu'on appelle *Echapement*. Voici ce que c'est.

La dernière Rouë de ce Rouage a toujours sa denture différente des autres. Ses dents sont ordinairement en pointes inclinées. Les unes sont formées autour d'une Rouë plate qu'on appelle *Rochet*, & les autres sont formées sur un des côtés d'un cercle fait en couronne, qu'on appelle *Roue de Rencontre*, telle que la Rouë A, *Planche 39. Fig. 1.*

Les Rouës de Rencontre sont ordinairement d'un nombre impair. Les Palettes BC étant ouvertes de 70. degrés ou environ pour les Pendules, on place la verge vis-à-vis le centre de la Rouë de Rencontre A. Dans cette disposition on considère tous

les Echapemens qui sont faits avec des dents en pointes pour avoir quatre actions principales. La premiere, une dent de la Rouë frappant, par exemple, la Palette B, elle l'oblige de tourner jusqu'à ce que la pointe de la dent arrive au bout de ladite Palette: ce qui fait qu'elles se quittent, & c'est ce qu'on appelle *échaper*; c'est pour lors la seconde action. La troisième, la Palette G revenant au centre de la Rouë, elle reçoit l'impulsion de la premiere dent qui se presente; la vibration achevée, le Balancier s'en retourne, y étant obligé par la dent qui pousse la Palette jusqu'à ce qu'elle échape aussi: c'est la quatrième action. La Palette B se representant, elle reçoit l'impulsion d'une autre dent, & ainsi successivement, tant que le Rouage est tiré par la force motrice qui est le poids ou le Ressort.

Cet Echapement est le plus ancien qu'on connoisse. Il est si simple & si naturel, que tous ceux que l'on a <sup>ou fait</sup> fait autrement n'ont pas eu de succès. On remarque même que toutes les différentes compositions dont l'on s'est servi réussissent d'autant moins, qu'elles s'éloignent de la ligne de direction qui est le principe de ce premier Echapement; ce qu'il faut bien remarquer.

Si nos Anciens ont parfaitement bien réussi dans une partie si interessante, il n'en a pas été de même pour la force réglante qui fait encore partie de l'Echapement; ils n'avoient que le Balancier D E pour Régulateur qu'ils appelloient *Foliot*, par le moyen des deux poids F G qu'ils appelloient *Regules*. Ils faisoient retarder & avancer l'Horloge, parce qu'en plaçant les poids sur D E, l'Horloge retardoit beaucoup, & au contraire elle avançoit en les approchant du centre; ainsi on parvenoit à regler l'Horloge à peu-près en plaçant les *Regules*, comme l'experience l'indiquoit: toute la perfection qu'on a pu donner à ce Régulateur est d'avoir suspendu le *Foliot* & les *Regules* avec un fil H. Dans cet état on s'en est servi plusieurs siècles, jusqu'au tems qu'on a inventé le Pendule & le Ressort spiral. M<sup>r</sup> Raillard, M<sup>c</sup> Horloger de Paris, remarque exactement le tems de tous ces changemens dans l'Histoire Generale de l'Horlogerie à laquelle il travaille, & qu'il espere bientôt donner.

Les défauts de cet ancien Régulateur sont qu'il n'a que fort peu d'action sur les inégalités de la force motrice lorsque c'est un Ressort, & sur celle du Rouage. La poussiere & les changemens continuels qui arrivent à l'huile appliquée aux parties frottantes de l'Horloge, lui causoient tant d'irregularités, qu'on en

avoit fort peu de service : cependant on ne laissoit pas de l'employer à toutes les Pieces d'Horlogerie que l'on faisoit , jusqu'à faire des Montres très-petites avec des Balanciers sur le même principe.

Ce fut environ en 1674. que les premières Pendules & les Montres avec un Ressort spiral ont paru à Paris , dont l'illustre M<sup>r</sup> Huyghens , de l'Académie Royale des Sciences , a passé pour être l'Auteur. Ces deux découvertes ont donné une perfection considérable à l'Horlogerie. On a supprimé le *Foliot* pour y substituer le *Pendule* , & on a ajouté un Ressort spiral au Balancier des Montres dont on parlera en son lieu.

*Planche 39. Fig. 2.* Est le même Echapement que celui qui vient d'être expliqué. Le Pendule A est suspendu par le fil B qui tient au Cocq C fixé à l'Horloge. La communication qu'il a avec l'Echapement est par la Fourchette E qui est fendue pour contenir le plat de la Verge du Pendule. Quand on met le Pendule en mouvement, les Palettes FG échapent alternativement, comme il a été dit de la *Fig. 1.* L'impulsion qu'elles reçoivent des dents de la Rouë de Rencontre maintient le Pendule en vibration. Cette addition du Régulateur au premier Echapement a des avantages considérables ; plus le Pendule est long , plus il a d'action pour corriger les inégalités quelconques , sans qu'il soit besoin d'augmenter la force motrice ; au contraire , le Rouage acquiert de la force, en ce qu'il faut moins de Rouës.

Plusieurs Scavans ont voulu essayer à rendre les vibrations encore plus parfaites , en y appliquant une Cycloïde formée avec beaucoup d'art. Quoique leur *Traité* prouve une grande capacité , la Cycloïde n'a pas été suivie ; c'étoit deux Lames de laiton qui formoient deux portions de cercle renversé ; dans le milieu étoit suspendu le Pendule par un fil , qui joignoit les courbes d'un côté , & de l'autre , quand le Pendule étoit en vibration, plus elles étoient grandes, plus le fil enveloppoit la partie cycloïdal : on avoit en vûë par ce moyen de rendre les grandes vibrations égales aux petites. L'art de faire la Cycloïde consiste à former les courbes d'une infinité de petites portions de cercles différentes ; ceux qui en feront curieux en trouveront la méthode dans Monsieur Huyghens, & dans d'autres Auteurs ; recement dans le *Traité General des Horloges* , par le R. P. Alexandre , pag. 102.

Depuis ces découvertes on a imaginé plusieurs autres Echape-  
mens très-ingénieux , tant pour la Montre que pour la Pendule.

Je vais expliquer tous ceux dont j'ai connoissance, sans observer l'ordre de leur ancienneté, & sans négliger même les moindres.

*Planche 39. Fig. 3.* Est un Echapement à Ancre & à Rochet qu'on a imaginé exprès pour les Pendules à Secondes, parce qu'on a trouvé que l'Echapement à Rouë de Rencontre donnoit de trop grand arc de vibrations, & qu'elles n'étoient pas si justes.

Quoi qu'un Echapement bien fait avec une Ancre aille parfaitement bien, il ne peut pas aller si long-tems sans être nettoyé, que ceux qui sont fait sur le principe du Levier, parce qu'il a plus de frottement, sur tout quand on veut que l'Aiguille des Secondes échape à distance égale, & qu'elle recule peu. J'ai formé une petite démonstration, que je crois suffisante pour le prouver. J'ai pris un Ancre de cette qualité, j'en ai tracé la *Fig. 4.* du centre, je tire la ligne de direction A passant au point où la dent du Rochet frappe, je prolonge la partie frottante de la Palette qui donne la ligne C D du point d'interfection, je forme l'Arc O 55. Je trouve que la partie frottante de l'Ancre est éloigné de la ligne de direction de 55 degrés, par conséquent qu'elle perd 55 degrés de force, ou ce qui est la même chose, que la Palette a 55 fois plus de frottement que n'en a une Palette formée de la ligne de direction.

Pour mesurer l'autre partie de l'Ancre, soit la ligne de direction E passant au point de la courbe où la pointe du Rochet touche, soit la tangente F 60, si du point d'interfection je forme l'Arc H, je trouverai la tangente éloignée de la ligne direction de 60 degrés, & qu'il ne reste à cette partie d'Ancre que 30 degrés de force quand elle reçoit le choc d'Echapement, par conséquent les deux côtés de l'Ancre n'ont que 65 degrés de force, de 180 qu'ils auroient, s'ils étoient fait sur le principe du Levier. On a remarqué qu'un Ancre ainsi formé ne varioit pas sensiblement en doublant le poids; que si les faces de l'Ancre avoit, par exemple 5 degrés d'inclinaison de chaque côté, la Pendule avanceroit de plusieurs minutes de son poids naturel à celui qui seroit doublé, & au contraire elle retarderoit si les faces étoient plus inclinées; de-là vient qu'il n'est presque pas possible de pouvoir faire deux Pendules avec cet Echapement qui marchent également lorsqu'on double le poids.

Pour continuer la description de cet Echapement *Fig. 3.* sur la Verge de l'Ancre est soudé une Afflette pour y river la Four-



chette dans laquelle passe le Pendule. L'usage de cette Fourchette est de maintenir le Pendule en vibration en lui communiquant le mouvement qu'elle reçoit par l'Echappement : on lui donne ordinairement une longueur arbitraire, environ six pouces, pour un Pendule de trois pieds. Le Rochet est représenté comme étant vu dans la Cage étant retourné, ou ce Rochet tourne à gauche. La face de l'Ancre A vient, par exemple, d'échaper, celle B baissant reçoit l'impulsion de la dent qui avance sur l'extrémité de sa Palette en raison que la vibration s'achève, la dent arrivant au bout de la Palette B, elle échape à son tour, & celle A se présente pour recevoir de son côté le choc de la dent, & ainsi successivement.

Quoique cet Echappement perde beaucoup de force, & que les frottemens en soient augmentés en même raison, cependant on s'en est toujours servi avec assez de succès.

Les S<sup>r</sup> Amiraud & Stolberg ont une méthode de tracer cet Ancre ; il décrit sur le papier un cercle divisé en 30. parties, sur lequel ils forment les dents du Rochet ; ils prennent le quart du diamètre de ce cercle ou Rochet qu'ils placent sur un des rayons éloigné du centre autant qu'il le faut pour que le cercle C B passe juste sur les deux pointes des dents du Rochet E F. La même ouverture du Compas étant portée perpendiculairement au point H, ils forment la face de l'Ancre E reportant le Compas au point C, on a l'Arc F A de l'autre partie de l'Ancre ; par cette règle ils assurent qu'ils ont un Echappement qui se fait en parties égales, & dont l'Aiguille des Secondes recule peu. Cette règle n'a cependant pas toute l'exactitude qu'on a besoin.

---

## DEMONSTRATION

DU SIEUR ENDERLIN,

*Pour former l'Ancre d'un Echappement à Rochet,*

PLANCHE XL.

» **I**L faut supposer, dit-il, que tout Pendule qui a été appliqué  
 » aux Horloges ait été fait avec un Echappement qui puisse  
 » le faire avancer avec l'addition d'une plus grande force, comme

» c'étoit l'ordinaire en tout tems. Il y a des personnes qui ont re-  
 » marqué que les faces de l'Ancre pourroient être des courbes  
 » à peu-près comme des développemens d'un cercle qu'on pour-  
 » roit rectifier après. Cela paroît vrai-semblable , mais non pas  
 » selon leurs idées ; car elles prétendent , 1°. Que ces courbes  
 » doivent être produites par un fil entortillé à l'entour d'un Cy-  
 » lindre , au bout duquel fil sera un crayon attaché qui décriroit  
 » la courbe en se développant. 2°. Que l'Ancre doit avoir sur  
 » chacune de ses faces une portion semblable de cette courbe  
 » produite par le développement de ce fil. 3°. Que ces courbes  
 » ainsi construites seront par conséquent des bras de Levier réci-  
 » proquement égaux. 4°. Qu'il n'est pas encore démontré quel  
 » doit être l'Arc qu'un Pendule à Seconde doit parcourir pour  
 » avoir la plus grande justesse , & que cet Arc doit être au moins  
 » de dix degrés.

» Il me paroît que les trois premiers articles ne peuvent pas exister  
 » comme je crois le pouvoir faire voir. Et le quatrième ne sert à rien,  
 » puisque de la maniere dont on désigne cet Echappement , on n'a  
 » aucune regle pour déterminer les grandeurs d'Arcs , soit pour  
 » les degrés de l'Echappement , ou bien pour les degrés de la gran-  
 » deurs de la vibration totale au de-là de l'Echappement : ainsi on  
 » ne peut limer les faces de l'Ancre qu'au hazard , comme on a  
 » toujours fait jusqu'ici sans avoir eu de regle.

» Pour faire voir que les faces de l'Ancre ne peuvent être des  
 » courbes produites par le bout d'un fil qui se développe sur un cer-  
 » cle , je commencerai par le systême general que toutes Machines  
 » se doivent mouvoir avec vîtesse égale pour avoir tout l'avantage  
 » que l'on peut tirer d'elle ; car en ce cas la force sera égale de-  
 » puis le commencement de l'action jusqu'à la fin , parce que les  
 » parties touchantes se rencontreront sur des bras de Leviers  
 » toujours réciproques. Je suppose donc deux centres posés en  
 » A B *Fig. 1. Planche 40.* le rayon A 60 de la Rouë C 60 D  
 » pendant qu'il parcourt une sixième partie ou 60 degrés d'un  
 » grand cercle doit faire mouvoir un Levier qui a B pour centre  
 » , avec la même vîtesse égale , un chemin aussi de 60 degrés ,  
 » de sorte que pendant que le rayon A 60 vers B iroit jusqu'en  
 » o 5 , il faut qu'un Levier B 60 vers A aille jusqu'au point o , de  
 » façon que pendant que l'un parcourt des espaces de 5 en 5  
 » degrés , l'autre se trouve aussi sur les siens en même tems &  
 » avec la même vîtesse , par le moyen de la courbe 60 à 60 ; car

» je suppose que le rayon A 60 ait parcouru 20 degrés, il se trou-  
 » vera au point du chiffre 40 vers  $b$  ; il faut donc que le Levier  
 » courbe se trouve aussi reculé de 20 degrés pour que son rayon  
 » au point 60 soit au point 40 en C ; alors le point  $d$  de la courbe  
 » se trouvera au point 40 en  $b$  où le bout du rayon A 60 le tou-  
 » chera, & ainsi de même dans toutes les autres parties de divi-  
 » sion. Pour trouver la forme de cette courbe, je tire des Arcs  
 » paralleles du centre B par toutes les divisions, depuis 60 jus-  
 » qu'en 5 du cercle C 60 D, & du même centre B, je tire des  
 » rayons en commençant par les divisions de l'Arc 60. F 0, jus-  
 » qu'à l'endroit où ces rayons doivent couper leurs Arcs de cercle  
 » correspondant suivant les chemins parcourus de part & d'autre.  
 » A present pour marquer les pointes par lesquelles la courbe  
 » doit prendre son chemin, je dis que les distances ou chemins  
 » parcourus doivent être égaux d'un côté au chemin parcouru de  
 » l'autre ; car si le rayon A 60 vers B se trouve en  $b$  40, il faut  
 » que le rayon B 60 vers A se trouve en  $c$  40 ; ainsi le chemin  
 » parcouru du rayon B 60 sera  $g e$  sur l'Arc  $g e d$  40  $b$  ; ainsi je  
 » prends la distance  $g e$  que je porte de  $b$  40 en  $d$  où est le point  
 » de la courbe que le rayon A 60 doit toucher ayant parcouru  
 » 20 degrés, ou bien la distance  $h f$  que je porte de  $i$  20 au  
 » point K ; ainsi de toutes les autres divisions que l'on pourroit  
 » augmenter tant que l'on veut, même de degrés en degrés, au  
 » lieu de 5 en 5 pour avoir la courbe plus exacte ; d'ailleurs cette  
 » courbe est proprement produite par le développement d'un cer-  
 » cle sur un autre ; ainsi comme j'ai supposé d'abord que les deux  
 » Leviers de l'un & de l'autre centre A & B doivent parcourir  
 » des Arcs égaux en même tems, pour cette raison il faut que  
 » je considere aussi deux Rouës ou Poulies de même grandeur  
 » qui ayent A & B pour centre, & qui se touchent au point  $m$ .  
 » de façon que quand je ferai faire un tour à l'un, il faut que  
 » l'autre le fasse de même.  
 » A present que le cercle H I K serve pour bāse, & le cercle  
 » E G F pour cercle generateur, lequel ayant une pointe ou  
 » crayon au point  $m$ , décrira une courbe en roulant de  $m$  contre  
 » H sur H I K ; ainsi cette courbe décrite avec le rayon A  $m$  fera  
 » la même que la courbe 60  $a k$  60, avec la difference que cette  
 » dernière sera produite par le Levier ou rayon A  $m$  prolongé  
 » jusqu'au point 60 vers B.  
 » Il me semble que l'on concevra aisément par-tout ce que je

» viens de dire que cette courbe doit être telle que je l'ai dé-  
 » crite par ma première *Figure*, & ainsi bien différente d'une  
 » autre qui seroit produite par le développement d'une ligne  
 » droite, ou d'un fil à l'entour du cercle *HIK*, contraire au pre-  
 » mier article ci-dessus mentionné.

» Jusqu'à présent je n'ai parlé de la courbe que pour un côté  
 » de l'Ancre qui est celui de se mouvoir de *A* contre *L*, tandis  
 » que la Rouë se meut de *C* contre *B*, ou de *B* contre *D*; mais  
 » voyons maintenant quel doit être la courbe de l'autre côté de  
 » l'Ancre pour se mouvoir de *A* contre *M*, tandis que la Rouë  
 » continuë toujours son même chemin de *C* en *B*. Pour cet effet,  
 » je trace des Arcs de cercle paralleles avec des rayons comme  
 » ci-devant, & pour marquer les points de la courbe je prends  
 » également, par exemple, la distance *qp* que je porte du point  
 » de division *40* vers *n* jusqu'en *o* où la courbe doit passer, &  
 » ainsi de tous les autres.

» On voit par la *Fig. 1.* que la seconde courbe est beaucoup  
 » plus droite que l'autre, cependant semblable en ce qu'elle pro-  
 » duit le même effet; c'est ce que la développée de la ligne ou fil  
 » ne seroit pas, ce qui est contraire au second & troisième article  
 » ci-dessus.

» Maintenant pour sçavoir si cette courbe est formé comme elle  
 » doit être, il faut tracer la Rouë de Rochet dans sa juste gran-  
 » deur semblable à l'Arc *C 60 D Fig. 1.* & la diviser en 60 par-  
 » ties égales, dont on voit une portion *ab Fig. 2.* au-dessus de  
 » cet Arc *ab*. Je pose aussi le centre de l'Ancre *C* en même di-  
 » stance comme *AB Fig. 1.* ayant donc coupé un morceau de  
 » cuivre mince ou papier exactement, & suivant les courbes des  
 » deux côtés ci-devant, & marqué aussi dessus le centre *B* que je  
 » perce avec un petit foret, & que je pose ensuite sur le centre *c*  
 » *Fig. 2.* il se trouvera que si la courbe *o* touche le point de di-  
 » vision de la Rouë en *o*, que l'autre courbe *d* se trouvera sur le  
 » point de division *d*, ainsi de même de tous les autres points,  
 » comme *c f g h* ou *i k*, de sorte qu'avec la même courbe on fera  
 » une Ancre qui embrasse plus ou moins de dents; l'Echappement  
 » sera toujours également juste, & la quantité du mouvement  
 » sera toujours de 6 degrés d'un Echappement à l'autre, suivant  
 » l'angle *c. o. n. q. r.* ou *c. ld. mp.* Les points de rencontre ne se  
 » retrouveroient pas de même, si les courbes étoient produites  
 » par le développement d'un fil, & on auroit plus de difficulté à  
 les

» les poser de façon pour être sûre d'une certaine quantité de de-  
 » grés d'Echappement. Tout ce que j'ai dit jusqu'à présent ne re-  
 » garde que les parties des faces de l'Ancre sur lesquels les dents  
 » agissent d'un Echappement à l'autre, c'est-à-dire, de *c* jusqu'en *n*  
 » ou de *l* en *f*, sans que le Pendule ait aucun branle de plus au  
 » de-là de 6 degrés ; il faut voir à présent ce qui arrivera, le  
 » poids ou force motrice étant augmenté.  
 » Pour faire décrire au Pendule un Arc de 10. à 12. degrés,  
 » c'est-à-dire, 5 ou 6 degrés d'augmentation de branle au-delà de  
 » l'Echappement ; mais auparavant de faire ou d'ajouter cette  
 » augmentation de poids, je suppose que le Pendule ait été réglé  
 » sur un autre avec un poids qui ne seroit que suffisant pour en-  
 » tretenir le Pendule en mouvement d'un Echappement à l'autre,  
 » ou tant soit peu au de-là pourvû qu'il ne s'arrête point, & qu'elle  
 » aille de même que celle qui a servi de règle ; cela étant ainsi,  
 » on peut augmenter la force motrice jusqu'à ce que le Pendule  
 » augmente son branle de 6 degrés au de-là de l'Echappement ;  
 » ce qu'il ne pourra faire qu'à grande peine avec la continuation  
 » de la courbe de *c* en *a*, ou de *L* en *b*. Voyez *Figure 3*. Et cela  
 » seroit une acceleration considerable sur ce Pendule par rapport  
 » au grand recule du Rochet qui seroit également de 6 de-  
 » grés, & qui s'opposera d'autant plus à la grandeur de l'Arc, que  
 » le Pendule devroit parcourir ; que ce Recule sera plus grand,  
 » parce que ce même Recule ne se peut faire qu'en remontant  
 » tant soit peu le poids moteur, qui résiste par sa pesanteur, &  
 » empêche le Pendule de parcourir d'aussi grands Arcs qu'il seroit  
 » sans cet obstacle.  
 » Pour aller d'un extrême à l'autre, je suppose maintenant que  
 » les points *c* & *L* qui sont les commencemens de l'Echappement,  
 » je tire du centre *c* les Arcs du cercle *e g L d*, & que l'Ancre  
 » ensuite soit formé suivant cela, il arrivera qu'il n'y aura point  
 » de recule du tout au Rochet ; ainsi le Pendule ne trouvant point  
 » de résistance après son Echappement aura presque toute la liber-  
 » té de parcourir des Arcs d'autant plus grands, qu'il aura reçu  
 » de force par le poids moteur sur les faces de l'Ancre de *c* en *n*,  
 » & de *L* en *f* ; ainsi ces Arcs de vibration étant trop grands,  
 » se feront par conséquent en plus de tems. Ces deux extrémités  
 » ainsi trouvés, il est évident qu'il y ait une courbe à *g* & *b d* qui  
 » puisse produire l'effet que l'on demande.  
 » Si je voulois employer la développée dont il a été parlé, &

» que le cercle  $m n K L d$  me serve pour bête, j'aurois une courbe  
 » qui passeroit à peu-près par les points  $b e n$  dont la partie  $b e$   
 » me donnera à la vérité moins de recule que la portion de la  
 » courbe  $a e$  ; ainsi il semble que  $b e$  soit un grand avantage parce  
 » qu'il approche plus du vrai ; mais il y a outre ce que j'ai déjà  
 » dit, deux raisons qui me font rejeter la courbe du fil.

» La première, c'est qu'il faut toujours avoir également recours à  
 » l'expérience. La seconde, que la développée ci-dessus rendroit  
 » l'espace  $e n$  plus courbe & plus bossuë ; ce qui diminueroit sur  
 » cette partie la liberté de l'action & la force motrice, &c.

» Avant donc que de venir à l'expérience, je recule les Par-  
 » ties  $a e b L$  au hazard contre  $f$  &  $i$ , ensuite j'ajoute de la pe-  
 » santeur au poids moteur pour faire décrire au Pendule des Arcs  
 » de 9 degrés, & si je trouve que ce Pendule avance avec ce  
 » poids, je recule les faces davantage, mais seulement depuis  
 » les points d'attouchemens  $e$  &  $L$  ; car ces points doivent toujours  
 » rester constans, je recommence cette expérience tant de fois  
 » jusqu'à ce que le Pendule se trouve réglé, ensuite j'augmente  
 » encore ce poids pour faire décrire au Pendule un Arc de 12.  
 » degrés, & s'il se trouve encore accéléré, je recule également  
 » les faces, mais avec cette précaution que le recule des faces  
 » ne revient plus jusqu'au point  $e L$ , mais jusqu'aux points où le  
 » dernier attouchement des dents du Rochet s'est fait avec le poids  
 » moyen, parce que ces parties ont déjà fait décrire au Pendule  
 » des Arcs de grandeur nécessaire pour être réglé avec ce poids  
 » moyen.

» On peut faire ces expériences avec l'augmentation de plusieurs  
 » poids pour être plus sûr de son fait.

» Il faut aussi prendre garde qu'en limant ou reculant ces faces,  
 » que ce soit même proportion sur chaque bras de l'Ancre, afin  
 » que l'Aiguille des Secondes fasse son mouvement de retrograda-  
 » tion égale sur chaque Seconde.

» L'Ancre peut embrasser 4 à 6 dents du Rochet, & plus il  
 » embrasse, plus on est obligé de limer des faces en arrière, & la  
 » même chose arriveroit si on éloignoit le centre de l'Ancre trop  
 » du Rochet.

» Si on vouloit donner plus de 6 degrés d'Echappement, comme,  
 » par exemple, 8, il faudroit aussi que les deux cercles  $H I K$  &  
 »  $F G E$  Fig. 1. soient proportionnés suivant cela pour produire  
 » la courbe nécessaire, & il seroit l'une à l'autre comme 45 est à

« 60, ou ce qui est la même chose, il faut que tandis que le Rochet  
 « C 60 D parcourt  $\frac{6}{360}$ , que le cercle M 60 L parcourt  $\frac{3}{36}$ , de degrés.  
 « La pesanteur du poids moteur peut être telle que les Arcs de  
 « vibrations parcourent environ le double des degrés des Arcs de  
 « l'Echappement, c'est-à-dire, que si l'Echappement fait mouvoir  
 « le Pendule de 6 degrés, que le poids le fasse aller jusqu'à  
 « 10 ou 12, je sçais par l'expérience que des Echappemens faits  
 « sur ces principes sont très-justes, même avec des Pendules à  
 « Ressort où la force motrice est très-inégale, par où on peut voir  
 « que les différens changemens des frottemens du Rouage ne  
 « pourront produire aucun changement sur les tems des vibrations  
 « du Pendule, puisque ces changemens ne font autre chose que de  
 « diminuer ou augmenter tant soit peu l'action de la force du Ro-  
 « chet, qui n'est pas à beaucoup près si considérable que l'aug-  
 « mentation ou diminution du double du poids moteur.

La Fig. 5. *Planche 39.* Est un Echappement du S<sup>r</sup> Jean-Baptiste  
 Dutertre Maître Horloger à Paris. C'est un Rochet qui engrenne  
 dans deux Palettes. Chaque Palette porte une portion de Roué  
 qui engrenne l'une dans l'autre ; ce qui fait que quand une Pa-  
 lette échape, l'autre se présente pour retenir le Rochet, & rece-  
 voir son action. Au centre de chaque Palette est fixé un Pendule,  
 lorsque l'un vibre d'un côté, l'autre Pendule va de l'autre ; de  
 sorte que leurs vibrations ne peuvent jamais aller du même côté.  
 L'Auteur a prétendu que l'usage de cet Echappement pourroit  
 être fort juste dans un Vaisseau.

Fig. 6. *Planche 39.* Est un Echappement qui a été exécuté à  
 Rome. Le Rouage du mouvement est composé comme celui d'une  
 Sonnerie. Le Pivot du dernier Pignon porte quarrément le Cha-  
 peron A sur lequel est placée une Cheville qui entre dans le bout  
 du Levier B qui fait charniere en C, & qui se meut dans le petit  
 Cocq D, de sorte que le Chaperon A tournant toujours du même  
 côté fait le même effet qu'une Manivelle, qui oblige le Pendillon  
 G à aller du côté E & F ; il porte une Cheville qui entre dans  
 une ouverture longue fait au plat du Pendule pour le maintenir  
 en vibration. On a employé cet Echappement à des Horloges de  
 nuit, parce qu'on prétend qu'il fait peu de bruit. Ces Horloges  
 de nuit ne sont autre chose qu'un Cadran ordinaire, qui est mo-  
 bile derriere une Plaque. Les chiffres des heures sont percés à  
 jour. Il y en paroît trois par une ouverture faite à la Plaque,  
 dont le milieu est fixé par un *Index*. On met une Lampe der-

riere le Cadran qui ne peut donner de la lumiere que par les chiffres percés.

*Fig. 7. Planche 39.* Est un Echapement sur le même principe, inventé par M<sup>r</sup> l'Abbé Soumille. Sa différence consiste au renvoi A qui doit être mobile. Sur un Couteau B est le Chaperon qui porte la Cheville qui entre dans le Bras D qui donne le mouvement à la Rouë D A & réciproquement au Pendule C. Cette méthode de renvoyer la suspension du Pendule est applicable aux autres Echapemens.

*Fig. 8.* Est un Régulateur qui est sur le principe des Volans de Sonnerie, la Rouë de Champ fait tourner le Pignon qui est réglé par le Pendule oblique A. Plus il tourne vite, plus il s'étend à l'aide du Ressort B, de sorte que ce Régulateur se regle presque seul. M<sup>r</sup> Huyghens est l'Auteur de cette invention.

## P L A N C H E X L I.

*Fig. 9.* Est un Echapement à deux Leviers pour les Pendules à Secondes, imaginé par Monsieur le Chevalier de Bethune. Depuis que je l'ai appliqué le premier en 1727. la plupart des Horlogers qui en ont eu connoissance l'ont adopté. A B sont deux Leviers qui ont chacun leurs tiges, qui se meuvent librement dans la Cage sur leurs Pivots. Le Levier B. porte la Fourchette qui communique son mouvement au Pendule, en échapant. Celui A retient le Rochet, la dent l'obligeant de mouvoir, il échape à son tour, & le Rochet est retenu par le Levier B qui est mù par le Bras C pour qu'il joigne la dent du Rochet pour le retenir, de sorte que quand un des Leviers baisse, l'autre leve la queue. D est une pesanteur qui fait que le Bras C est toujours joint à la Vis E. L'usage de cette Vis est très-commode pour ouvrir & fermer l'Echapement; elle doit être de l'aiton.

### *Regle pour tracer cet Echapement.*

*Planche 41.* Je prends le tiers du diametre du Rochet que j'ajoute à sa circonference pour tracer l'Arc FB, ensuite je prolonge les rayons des dents sur lesquels je forme les Leviers en plaçant celui A à trois dents & demi de la ligne perpendiculaire B, je donne la longueur convenable au Levier B pour échaper de la dent G & r, & je donne la même longueur au Levier A,



par ce moyen j'ai les coudes des Leviers , & la longueur de leurs bras qui répondent parfaitement à l'expérience.

*Fig. 10.* Est le même Echapement avec un petit changement. Sur la tige du Levier A est placé la Fourchette. Par ce moyen le Levier B est toujours joint contre celui A , & l'Equilibre D de la *Fig. 9.* se trouve supprimé.

*Fig. 11.* Est une autre addition pour diminuer le frottement de la Vis sur le bras du Levier A par le moyen d'un Rouleau & d'une Lame qui le touche.

*Fig. 12.* Est un composé inutile , puisque l'on peut faire un Echapement plus simple sur le même principe. Le centre A de la bascule D C porte la Fourchette. Les extrémités D C ont des Vis qui poussent chacune une Lame pour toucher les Rouleaux des Leviers B G. *r s* Sont des pesanteurs qui obligent les Rouleaux de joindre contre les Lames. Cet Echapement peut être employé dans des cas qui se rencontrent dans la construction d'un mouvement.

*Fig. 13.* Est un autre Echapement sur le même principe qu'on appelle *Pate-de-Taupe*. Ce sont deux portions de Rouës qui engrenne l'une dans l'autre. Celle A est fixée avec la Palette , & l'autre est mobile sous la Palette B pour que la Vis C puisse la faire mouvoir pour ouvrir ou fermer l'Echapement. Cet Echapement doit être préféré pour les courtes Pendules , parce que la vibration étant plus grande , le mouvement des Leviers a plus d'égalité , & moins de frottement que s'il étoit simple , comme les *Fig. 9. & 10.*

*Fig. 14.* Est un Régulateur. Sur les croisés du Balancier sont deux Boules A B qui vont du centre à la circonférence pour augmenter les vibrations.

*Fig. 15.* Est un Echapement qui n'est bon que pour faire voir que l'on ne peut faire un Echapement sur le principe du Levier sans augmenter la Mécanique au moins d'un mobile. C'est deux Rochets qui sont mûs par la même Rouë , & qui tournent par conséquent du même côté. Quand une Palette échape , l'autre reçoit l'action du Rochet qui lui est destinée. Il faudroit , pour que cet Echapement fut à peu-près juste , qu'il ne fut pas question d'inégalité dans les Rouës & Pignons.

*Fig. 16.* Est un Echapement du Sr Jean-Baptiste Dutertre , qui n'a qu'une seule Palette , dont la Tige porte la Fourchette. Les deux Rochets sont fixés sur le même Arbre , quand la Palette

échape du petit Rochet , le grand qu'on peut appeller *Rochet d'arrêt* appuyé sur la Tige de la Palette , & laisse la vibration assez libre. La Palette revenant joindre le petit Rochet , la Tige ou Cilindre qui est entaillé jusqu'au centre, laisse passer le Rochet d'arrêt , & la vibration acquiert une nouvelle force , de sorte qu'en deux vibrations il n'y en a qu'une d'accélérée ; ce qui fait croire que la moitié des vibrations étant indépendante du Rouage , & de ses inégalités , qu'elles seroient moitié plus justes que les autres ; mais l'expérience ne le confirme pas.

*Fig. 17.* Est un Echapement à deux Balanciers. A & B sont deux cercles qui se meuvent avec les Palettes fixées sur leurs Arbres. Les deux petites portions de Râteaux engrennent l'une dans l'autre, & les deux grandes engrennent dans des Pignons placées au centre des cercles de Balancier. L'Echapement se faisant avec les deux bras de Leviers à l'ordinaire des autres , oblige chaque Balancier à tourner plusieurs tours , & toujours en sens contraire. On peut donner à chaque cercle son Ressort Spiral , & les disposer de maniere qu'ils ne feroient qu'une vibration par Seconde.

## P L A N C H E X L I I.

*Fig. 18.* Est un Echapement à deux Balanciers à l'usage des Montres , imaginé par le Sr Jean-Baptiste Dutertre. Ces deux Balanciers qui engrennent l'un dans l'autre sont sur la Platine de dessus , de même que le double Rochet. Ces trois Pieces sont soutenues chacune par un Cocq. Sur les croisées des Balanciers sont placées les Palettes D E , & les tiges des Balanciers ont chacune des entailles pour laisser passer les pointes du grand Rochet. Voici comme il agit. Quand la pointe 2 rencontre l'entaille de la tige du Balancier elle passe , la dent 3 du petit Rochet frappe la Palette D , & fait vibrer les Balanciers ; la grande pointe 4 est retenuë sur la tige du Balancier A , l'entaille se présentant au retour de la vibration , elle passe , & la dent 3 va frapper sur la Palette E ; étant échappé , la pointe 5 est retenuë par la tige du Balancier B , & ainsi successivement. Sous l'un des Balanciers est placé un Ressort Spiral à l'ordinaire. Cet Echapement ne peut vibrer sans Ressort Spiral , & il faut le considerer comme double & partagé en deux tems.

Les propriétés de cet Echapement sont tels que les secousses ne dérangent pas sensiblement les vibrations. La pression que les

dents du Rochet d'arrêt font sur les Cylindres , corrige l'impulsion que le Balancier reçoit par le Rouage ; ce qui fait que la force motrice étant doublée , les vibrations n'en font pas beaucoup dérangées.

*Fig. 19.* Est un Echapement à repos pour les Pendules à Secondes , exécutée par le Sieur Graham , Horloger de Londres. La regle que j'ai trouvé & qui me paroît assez convenable pour le former , est d'éloigner le centre de l'Ancre de la circonférence du diamètre du Rochet , comme la *Figure* le présente. Il faut placer son centre sur la ligne perpendiculaire , ensuite diviser le Rochet en 30 parties en commençant par ladite ligne perpendiculaire , & prendre les dents qui conviennent le mieux sur un Arc décrit du centre de l'Ancre pour former les Palettes , & faire que l'Aiguille des Secondes ne recule point. Voici comme cet Echapement agit. La partie A vient , par exemple , d'échaper , celle B reçoit sur la partie circulaire le choc de la dent du Rochet , la vibration se faisant , la Palette s'enfonce beaucoup dans la denture , qui est assez profonde pour que l'Ancre ne touche pas le fond. La vibration revenant , le Rochet reste toujours immobile , & n'a d'action que lorsque le plan incliné se présente à la pointe de la dent ; pour lors la dent agissante oblige l'Ancre de s'écarter , & en échapant , la dent C frappe sur la face circulaire de la Palette A , & est retenue jusqu'à ce que son plan incliné se présente ; pour lors la dent du Rochet cesse d'être fixe , en suivant l'incliné de la Palette , ce qui oblige l'Ancre de s'écarter de l'autre côté.

Cet Echapement a la propriété d'agir avec fort peu de force motrice de n'être pas susceptible des changemens qui arrivent par la suite ; ce qui fait qu'il est plus constant que les autres à conserver sa justesse. L'Aiguille des Secondes reste fixe sur chaque division , ne la quittant que pour sauter sur un autre. Je crois cet Echapement préférable aux autres , tant pour sa solidité que pour sa simplicité : cependant il faut convenir qu'il a plus de frottement que celui à deux Leviers , parce que les Palettes ne sont pas formées d'une ligne de direction ; mais comme ces sortes de Pendules font peu de vibration , cette augmentation de frottement ne peut causer de variations sensibles.

*Fig. 20.* Est le profil de l'Echapement du Sieur Sally employée à ses Pendules à Leviers. Cet Echapement est composé de deux cercles d'agate *r s* fixés sur la tige de la Rouë de Champ. Ces

deux cercles ont chacun une tranche oblique, sur laquelle l'action de la puissance agit. Ces tranches sont inclinées l'une d'un côté, & l'autre d'un sens contraire pour faire l'aller & le revenir de la vibration. La tige de l'Echappement porte la Rouë de Champ qui engrenne dans un Pignon fixé à l'Arbre du Balancier; ce qui lui fait parcourir de grands Arts. Voici comme il agit.

En commençant à donner la première vibration au Balancier A, la dent *q* rencontrant l'entaille inclinée du cercle *r* agit en faisant augmenter la vibration. Cette dent ayant échappé, celle *i* tombe sur la partie circulaire du cercle horizontale S, & reste ainsi retenuë jusqu'au retour du Balancier qu'elle rencontre le plan incliné; pour lors elle agit à accélérer le retour. La même dent *i* échappant, tombe sur une autre partie circulaire du cercle *r* jusqu'au deuxième retour qu'elle rencontre de même son plan incliné pour sortir; ainsi les deux cercles *s* & *r* servent successivement de repos au Rochet, & de Palette propre à former l'Echappement, & à maintenir les vibrations.

Un Maître Horloger a prétendu avoir perfectionné cet Echappement en faisant la pointe des dents en crochet, pour qu'il n'y ait que l'extrémité qui frotte sur les cercles *s* & *r*. On trouveroit le même avantage en plaçant les cercles un peu plus bas que le centre du Rochet, & en donnant aux dents l'inclinaison qu'ont ordinairement celle des Rouës de Rencontre; il en résulteroit même un avantage, qui est que les cercles pouvant être plus épais, les plans inclinés en seroient plus longs, donneroient plus de chasse aux vibrations, & acquerreroient certainement plus d'action de la puissance: ce qui est très-nécessaire à cet Echappement, qui a pour principal défaut de manquer de force. Il est donc évident que la prétendue perfection que l'on a ventée tombe d'elle-même.

Le Régulateur de l'Echappement *Fig. 21.* est d'une forme singulière. Le Sieur Sully l'Auteur, en a été si épris, qu'il ne comptoit pas moins que de trouver les longitudes par son moyen.

Voici les qualités qu'il lui donnoit. 1°. De remédier parfaitement aux variations provenant de la dilatation & retrecissement des Métaux causée par le chaud & par le froid. 2°. Les variations causées par l'inégalité de la pesanteur des corps en divers endroits du globe terrestre. 3°. De conserver un parfait Isochronisme aux Arcs des vibrations de divers grandeurs, & de quelque cause que cette diversité puisse provenir. 4°. Que l'Horloge suspendu dans

un Vaisseau doit maintenir une justesse aussi grande & aussi constante que celle d'une Pendule à Seconde sur terre.

Ce Régulateur est composé d'un Levier  $Tz$ , & d'une courbe  $CS$  fixée après la tige du Balancier. Le Sieur Sully prétendoit qu'il falloit beaucoup de Géometrie pour tracer cette courbe, & que sans cela l'Horloge ne pouvoit être bien réglée.

Pour éviter les frottemens, le Balancier  $A$  est posé sur deux grands Rouleaux  $I H$  d'un côté, & sur deux petits Rouleaux de l'autre, qui ne paroissent pas. Le fil  $SS$  est attaché au centre de la courbe par un bout, & de l'autre à la petite portion de cercle  $yy$ , attaché sur le Levier qui se meut aussi sur deux Rouleaux  $rr$  pour diminuer les frottemens. Cette composition est vüe sur la Platine de derriere, qui a une ouverture circulaire  $fe$  pour voir le jeu des pieces. Quand le Balancier est en mouvement, le fil ou chaîne  $SS$  est tangente aux deux côtés de la courbe, & par ce moyen fait hauffer le Levier  $z$ . Sa pesanteur accelerant, le retour du Balancier l'oblige à vibrer de l'autre côté. L'Aiguille  $O$  marque sur le demi cercle  $KL$  les degrés de vibration. L'Ecrou numéroté  $n$  est pour faire un équilibre avec la Courbe & le Balancier, & l'Ecrou  $T$  du Levier sert à augmenter ou diminuer la pesanteur du Levier pour pouvoir regler l'Horloge. Le nombre d'experiences que l'Auteur a fait n'ont apparemment pas réussi selon qu'il se l'étoit promis, puisqu'il a abandonné de lui-même ce nouveau Régulateur. En effet, il ne se trouve pas avoir tant d'action sur le Balancier que le Ressort Spiral, & il est bien éloigné d'avoir autant de propriétés.

*Fig. 22.* Est un Echapement ancien connu sous le nom d'*Echapement à piroüette*, qu'on a employé à quelque Montre. La Rouë de Rencontre  $A$  est placée où est ordinairement la Rouë de Champ, & la Rouë de Champ  $D$  est en place de la Rouë de Rencontre. Cette Rouë engrenne dans un Pignon  $F$  fixé à la tige du Balancier, & sa tige porte deux Palettes  $BC$  qui font l'Echapement avec la Rouë de Rencontre à l'ordinaire, de sorte qu'on est maître de faire faire plusieurs tours au Balancier  $E$ , cela dépend du diametre du Pignon  $F$ .  $G$  est le spiral placé à l'ordinaire.

## P L A N C H E X L I I I.

*Fig. 22.* Est un Echapement à une seule Palette, annoncé dans la regle artificielle du tems, *page 271*. Il est composé du

Levier K, d'un Arbre N qui porte l'équilibre Q, & le Rouleau M. Quand la Palette K est muë par le Rochet, son bras O qui porte une Vis avec son aliette appuie sur le Rouleau M, ce qui l'oblige de baisser; il se relève quand la vibration revient; & lorsque la Palette K échape, le demi cercle *r* présente sa rondeur à la dent du Rochet pour le retenir, pendant que la vibration s'acheve librement. Quand elle revient, le demi cercle *r* dégage le Rochet pour le laisser frapper sur la Palette K, de sorte qu'il paroît que la moitié des vibrations sont indépendantes du Rouage mais c'est ce que l'expérience ne prouve point.

*Fig. 23.* Est un Echapement que j'ai composé sur le même principe. La tranche cylindrique A présente sa convexité aux dents du Rochet pour les retenir lorsque la Palette B est échapée, & la vibration revenant, la tranche cylindrique permet au Rochet de tourner, & la Palette B se présente pour recevoir le choc d'Echapement. Le Pendillon C porte une Cheville qui traverse le Pendule par une fente qui y est faite pour le maintenir en vibration.

*Fig. 24.* Est un autre Echapement à une Palette. Le Crochet A retient le Rochet pendant que la vibration se fait. Il doit être aussi libre que l'Ancre à repos de l'Echapement des Pendules du Sieur Graham.

*Fig. 25.* Est l'Echapement des Montres du Sieur Graham qui est à deux repos. Le Rouage n'a point de Rouë de Champ. E est la forme de la Rouë de Rencontre qui est placée verticalement comme les autres. F est son profil. La verge du Balancier G a un Cylindre creux qui sert de Palettes, & dont le profil A B C D est représenté quatre fois pour faire mieux voir les quatre actions principales de l'Echapement. Voici comme il agit.

La Rouë E tournant, le demi cercle A présente, je suppose, sa convexité pour le retenir; c'est sa première action. Le spiral ramenant le Balancier, la dent entre dans le Cylindre creux comme B le fait voir; c'est la seconde action. Il faut remarquer que les dents entrant ou sortant du Cylindre, accelerent beaucoup les vibrations d'un côté & de l'autre, parce que les pointes sont rentrantes, & le derriere de la dent est plus haut; ce qui forme un talus qui augmente le retour du Balancier. La dent frappant dans la convexité *c*, pour la troisième action, elle y reste pendant l'aller & le retour du Balancier, & quand elle se trouve dégagee, elle fort du Cylindre D en augmentant le retour de la

vibration ; c'est la quatrième action. Une autre dent recommence sur le demi cercle A , & ainsi successivement.

Comme la forme particulière de cet Echapement pourroit paroître difficile à exécuter, on fera peut-être bien aise qu'on en dise quelque chose.

On doit commencer par faire la Rouë, on réserve autour de sa circonférence un petit rebord, comme la *Figure* le fait voir, ensuite on creuse la Rouë pour donner une élévation aux dents. Cette hauteur sert pour éviter les battemens & contre-battemens du Balancier. Au moyen d'une entaille particulière que l'on fait au demi cercle, si les dents n'avoient pas cette élévation, cette entaille se rencontreroit au même endroit où les pointes des dents agissent. Cette Rouë étant ainsi contournée, on la fend tout en-arbré sur la Machine avec une Fraize quarrée qui doit avoir une juste épaisseur pour que la denture ait deux tiers de vuide, & un de plain ; c'est-à-dire, si la Rouë est de 13. on prendra deux rayons du cercle de 39. pour l'épaisseur de la Fraize, on arondis un des quarts de cette Fraize pour qu'elle n'affoiblisse pas le derrière des dents, on prend ensuite une autre Fraize d'une forme inclinée, & propre à donner la petite inclinaison de la circonférence de chaque dent qui ont une forme rentrante, comme on le voit à sa *Figure*. ~~Je ne sçache pas qu'on puisse achever le reste de ses dents sur la Machine ; c'est pourquoi on fera les Crochets à la Lime, ne demandant d'ailleurs d'autre exactitude que ce que la propreté exige.~~

Les deux Palettes du Balancier sont paralleles, & formées d'un demi cercle qu'on appelle *Cylindre creux*. Pour exécuter cette Verge de Balancier on fait un Canon d'acier dont le trou doit avoir un peu plus de diametre que les dents n'ont de longueur, ou, ce qui est la même chose, autant de diametre que la distance d'un des rayons du cercle de 39. Au point de la grandeur de la Rouë qui donne par conséquent un tiers, au bout de ce Canon d'acier on ajoute deux autres Canons de cuivre rouge ; l'un est pour river le cercle du Balancier, placer la Virolte, &c. Au centre des deux petits Canons on y ajoute à frottement, des Tigerons pour faire les Pivots ; mais avant de les placer on passe un Arbre lisse au travers des Canons pour les tourner, & on donne à celui d'acier, pour diametre, un peu moins de deux tiers du vuide de la Rouë, après cela on l'entaille jusqu'au centre, plutôt moins que plus ; pour former les Palettes sur ce demi cercle, on y fait

\* On peut finir cette rouë sur la machine <sup>Oij</sup> à grande, en se servant d'une fraize creusée comme une roue de Champ, et en faisant tourner la plate-forme à la main, jusqu'à ce que l'ellipticité entre dans un autre point.

une entaille à peu-près d'un tiers pour éviter les contre-battemens, comme on a dit, ensuite on trempe ce Canon, & on le remonte. Comme il y a différentes méthodes pour parvenir au même but, chacun suivra celle qu'il croira la meilleure.

La Cheville *r* placée au bas du Cylindre est pour prévenir les renversemens. Je ne connois point d'Echappement de Montre qui renferme tant de propriétés que celui-ci.

1°. Il est aussi simple que celui à Rouë de Rencontre. 2°. Il est moins susceptible des secousses. 3°. Il n'est point sujet au contre-battement, au renversement, ni à l'acrochement, quand même les trous s'agrandiroient. 4°. Il n'est pas beaucoup susceptible des inégalités de la force motrice ni de celles du Rouage. 5°. Les engrenages des dernières Rouës sont plus constans que ceux des Rouës de Champ. 6°. La Montre se regle plus facilement sur toutes les positions. 7°. Enfin cet Echappement n'est pas si sujet à se déranger que les autres qui engrenent par la suite plus à une Palette qu'à l'autre.

Il me paroît que tant d'avantages réunis seroient encore plus admirables, si la traînée des dents qui se fait sur la convexité du Cylindre dans la concavité, quand la dent entre & sort, qui font quatre frottemens de différentes natures, n'obligeoient pas de nétoyer ces sortes de Montres plus souvent que nous ne faisons celles à Rouë de Rencontre.

*Fig. 26.* Est un Echappement à deux repos de Mr Flamenville, qui a fait l'attention de beaucoup d'Horlogers d'Angleterre, où il a été exécuté pendant trois ou quatre ans. Cet Echappement a plusieurs qualités de celui de Mr Graham, on l'a appliqué à des Montres que l'on a estimé n'avoir variées que de quelques Secondes dans un mois. Son défaut est d'être trop susceptible de variations lorsque l'huile devient épaisse. Cet Echappement est formé d'une Verge qui porte deux Cylindres A B sur lesquels on forme les Palettes en les entaillant jusqu'au centre parallele. Quand la Palette A, par exemple, a échappée, celle B présente sa rondeur à la dent qui appuie dessus, pendant que l'aller & le retour de la vibration se fait à l'aide du Ressort Spiral. Lorsqu'elle est revenue, la Coupe ou Palette se présente pour donner prise à la dent qui agit par ce moyen à accélérer le retour de la vibration, pendant que le Cylindre A retient la Rouë de Rencontre, & ainsi de suite.

*Fig. 27.* Est un Echappement du Sr Enderlin. La Rouë d'Echa-



pement à des Chevilles autant d'un côté que de l'autre. La Verge du Balancier porte un demi cercle A, dont les extrémités B C sont terminées en plan incliné. Quand la Rouë tourne, une Cheville, par exemple, frappe la partie du cercle horizontal B, elle y reste en repos jusqu'au retour du Balancier où le plan incliné se présente, pour lors la Cheville oblige le retour du Balancier, & la partie C se présente pour retenir la Rouë, & fait à son tour les mêmes effets.

*Fig. 28.* Est un autre Echapement du même Auteur. Il ne differe du dernier qu'en ce qu'au lieu de Cheville à la Rouë de Rencontre il a formé deux Rochets joints sur la même tige, comme la *Figure p* le fait voir. Quand l'un des Rochets a donné son choc, l'autre est retenu par le demi cercle de pareille forme que ci-devant. On a appliqué ces Echapemens à des Montres avec un petit changement; au lieu de donner un talus aux Palettes, on l'a donné aux dents de la Rouë. Cet Echapement branle beaucoup, & paroît susceptible de la falleré: Il est d'une nature à ne pouvoir être réglé sur différentes positions. Si on suppose la Montre posée sur son Cadran, le Pivot d'en bas du Balancier portera la pesanteur du cercle, & celle de l'action du Rouage. Si au contraire la Montre est sur son plat, le Pivot qui entre dans le Cocq ne portera que très-légerement, parce que le Balancier se trouvera élevé par l'action & la pression de la Rouë de Rencontre. Dans cette position la Montre doit nécessairement faire un effet différent que quand elle est posée sur son Cadran; d'ailleurs le principe sur lequel la Rouë communique l'action au Balancier est bien différent de l'Echapement ordinaire: c'est à quoi il faut principalement faire attention, pour mieux comprendre le ridicule de cet Echapement, & je sçais de l'Auteur qu'il ne l'a donné que pour tel. Le Sr Sully rapporte un pareil Echapement de Mr Tompion dans sa Regle artificielle du rem, seconde édition, page 245. mais il ne dit pas qu'il ait été suivi.

*Fig. 29.* Est un Echapement inventé par le Sr Vergo. La Rouë qui doit former l'Echapement engrenne dans une autre de pareil nombre; elles portent toutes deux la même quantité de Chevilles convenables pour la longueur du Pendule que l'on souhaite. C est la Piece qui échape; elle est fixée sur la tige qui porte la Fourchette. Quand la Rouë A tourne elle fait aussi tourner celle B qui renvoye l'Echapement C du côté A. Les Che-

villes de la Rouë A renvoient la Piece du côté B, & ainsi de fuite. L'Auteur a fait des Montres sur ce principe qui branle fort bien. Cet Echapement peut être meilleur pour des Pendules.

*Fig. 30.* Est un Echapement de Montre, dont la moitié des vibrations paroissent indépendantes du Rouage pendant qu'elles se font. Le Crochet B retient le Rochet; le Balancier ramenant la Palette A, le Crochet s'éloigne pour laisser le Rochet libre à frapper la Palette; & ainsi de fuite. Cette sorte d'Echapement ne sçauroit aller sans Spiral.

*Fig. 31.* Est un ancien Echapement d'Allemagne composé de deux Rouës qui engrennent l'une dans l'autre, & qui portent chacune une Palette. Quand le Rochet tourne, il en rencontre une qu'il entraîne avec lui, par ce moyen les deux Rouës tournent, & les deux Balanciers se croisent. Quand la dent est échappée, la Palette opposée se présente pour retenir le Rochet, à son tour elle fait croiser les Balanciers de l'autre côté, de sorte qu'ils vibrent toujours d'un sens contraire. Cet Echapement étoit bon quand on ne connoissoit pas le Pendule & le Ressort Spiral. Il y a apparence qu'il a été mis au rang des inventions peu utiles, faute d'en sçavoir faire une meilleure application.

*Fig. 32.* Est une Verge disposé à faire des Palettes rapportées pour qu'on puisse les tremper fort dures. Cette Verge a été pratiquée pour l'usage des grosses Horloges. Elle a été faite de différentes façons qui tendent au même but.

## P L A N C H E X L I V.

*Fig. 33.* Est un Echapement que j'ai composé pour les grosses Horloges. Celui qu'on employe ordinairement est fait avec une Rouë de Rencontre. Quoiqu'il soit le plus naturel, il n'est cependant pas la meilleur pour ces Horloges, parce que le choc étant très-fort, l'Echapement en est plutôt dérangé par la nature des frottemens qui tendent à l'éloigner de sa direction; les Palettes recevant ordinairement le choc des dents de la Rouë, avant qu'elles arrivent au centre, elles en sont plutôt creusées, parce que le choc d'un corps sur un plan oblique est plutôt creusé que s'il se présentoit en ligne droite pour recevoir le même choc. On remarque que les trous des Pivots de la Rouë de Rencontre se grandissent toujours du côté qu'elle est poussée; ce qui cause par la fuite un arrêt inévitable.

La Rouë de Rencontre frappant sur des Leviers courts , le Pendule acquiert de grandes vibrations qui sont sensiblement diminuées par l'irrégularité qui arrive au Rouage par l'épaississement de l'huile qui ôte la liberté des parties frottantes, &c. Un Echapement qui peut se faire sur de grands Leviers diminue les vibrations ; elles en sont plus égales & plus constantes. Il faut moins de force pour les entretenir. Les parties frottantes en sont plus durables. Le Pendule peut être plus long , la Lentille plus pesante, & par ce moyen les inégalités quelconques sont bien corrigées.

L'Echapement à deux Leviers a cette qualité ; mais son application n'est pas convenable pour des Horloges dont les frottemens sont très-forts ; les Palettes ne pouvant recevoir le choc qu'obliquement , elles se creusent aisément.

Cet Echapement est composé de la Rouë C à double dent , & des deux Leviers D E , F G qui sont mobiles sur deux tiges placées à angle droit de l'Arbre K L qui est la situation la plus commode , ayant égard à la construction de l'Horloge. G est un Rouleau qui est toujours joint contre l'assiette de la Vis F par le moyen du poids H. L'usage du Rouleau & de la Vis sont pour ouvrir ou fermer l'Echapement. L'Arbre du Levier G E porte la Fourchette qui n'est pas ici représentée.

Quand on met le Pendule en vibration , le Crochet D , par exemple , vient d'échaper , le côté E reçoit sur la partie droite le choc de la Rouë ; la vibration se faisant , la denture est assez profonde pour que le Crochet ne la touche pas ; à son retour la dent rencontrant le plan incliné , elle accélère la vibration & oblige le Levier coudé E de s'écarter ; le Rouleau G par ce moyen pousse le Levier F D pour qu'il approche de la dent pour la retenir lorsque celle E a échappée ; de sorte que l'impulsion du choc se fait toujours sur une partie droite , par ce moyen il est évident que l'Echapement doit être plus durable , étant d'ailleurs d'une nature à ne pouvoir se déranger par l'agrandissement des trous.

*Fig. 34.* Est le même Echapement que j'ai simplifié.

*Fig. 35.* Est encore le même Echapement avec un changement qui doit lui faire donner la préférence sur les deux autres , par la facilité & simplicité du Rochet , qui donne par sa construction l'avantage d'avoir les dents courtes sans que les pointes des angles des bras puissent causer quelque inconvénient lorsqu'on met le Pendule en vibration. La forme des Crochets de l'Ancre, dont

l'un est plus bas que l'autre, est nécessaire pour que cette construction fasse *Echappement*.

*Fig. 36.* Est un *Echappement* sur le principe des trois autres ; mais sa disposition n'est pas avantageuse pour la liberté de la vibration.

*Fig. 37.* Est une Rouë plate qui porte deux rangées de Chevilles qui renvoient alternativement de côté & d'autre la figure triangulaire. A est l'*Echappement* qui porte la Fourchette.

*Fig. 38.* Est un *Echappement* à repos de M<sup>r</sup> Amant qui est composé d'une Rouë plate, d'une rangé de Chevilles & de l'Arbre. La Cheville I quittant la Palette A, celle B reçoit le choc de l'*Echappement*. La vibration augmentant, la même Palette B avance retenant toujours la Rouë, de sorte qu'elle est comme immobile ; ce qui fait que l'Aiguille des Secondes ne recule point. La vibration revenant, la Cheville oblige de faire écarter le Crochet par le moyen du Plan incliné ; la Cheville échapant, elle tombe sur la partie droite de l'autre Crochet où elle fait les mêmes effets.

*Planche 39. Fig. 39.* Est un *Echappement* qui est appliqué à une grosse Horloge faite à Liege par le R. P. Thomas Hildeyard, Jesuite. Cet *Echappement* est composé des deux Leviers B C placés des deux côtés du Rochet A. Ils se communiquent leurs mouvemens par la Fourchette & le Bras E. Le Levier B porte encore la Fourchette D qui fait vibrer le Pendule F suspendu au point G. Cet *Echappement* se fait de la même maniere que ceux à deux Leviers ci-devant expliqués.

*Planche 39. Fig. 40.* Est un *Echappement* sur le même principe, inventés par les Sieurs Maillet de Morlier, & Bellefontaine en Franche-Comté. A B sont les deux Leviers qui portent chacun un Bras C D. Ils se communiquent leurs mouvemens par la traverse CD qui est mobile des deux côtés. Ces sortes d'*Echappemens* agissent de la même maniere que ceux à deux Leviers.

## P L A N C H E X L V.

*Fig. 1.* Est une composition pour corriger l'erreur causée par la dilatation de la Verge d'un Pendule qui bat les Secondes par la dilatation même. Cette méthode me fut communiquée dans une Lettre par le Sr Regnauld Horloger à Chaalons. Quelques mois après l'avoir reçûë, M<sup>r</sup> de Mairan m'ayant demandé de lui  
faire

faire quelques Pendules pour les Astronomes de saint Petesbourg, me propofa d'y ajouter une contre-verge femblable à celle dont il s'agit ; & fur ce que je lui dis que j'en avois connoiffance, il me fit voir le deffein qu'il avoit fait là-deffus dans fes manufcrits, à l'occafion d'une idée du Sr Graham qui étoit inferée dans les *Transactions Philosophiques* de 1728. Cette idée confifte à remplir la Lentille jufqu'à environ moitié de Mercure ; mais cette construction n'ayant pas affez de rapport au fait dont il s'agit, elle donna occafion à Mr de Mairan d'imaginer une contre-verge à peu-près telle que le Sr Regnault l'a décrit ci-après. Ce n'est pas la premiere fois que d'habiles gens fe font rencontrés dans la même idée.

Le plan vertical A eft un mur dans lequel eft fcellée une barre de fer B au point E vis-à-vis le centre d'ofcillation. Cette barre de fer porte par fon bout fuperieur la Verge du Pendule à l'endroit G. Le Reffort F fufpenseur de la Verge du Pendule paffé entre deux Lames d'acier jointes enfemble dans la tête du Cocq qui déterminent le centre du mouvement. Il eft aifé de voir que lorsque le Pendule allonge par la dilatation, la barre qui fait le même effet éleve le Pendule de la même quantité. On trouvera dans la fuite différentes idées fur ce fujet.

*Fig. 2. 3. & 4.* Sont la construction d'un Pendule pour avoir des vibrations d'un tems égal aux Pendules à Reffort. Cette invention du Sr Regnault confifte à faire le Pendule de deux pieces, la partie inferieure A portée par un Reffort plié en forme d'heliffé, & l'autre partie B à l'ordinaire. On peut enfermer le tout à l'endroit où la Fourchette l'embrasse, comme on le voit représenté par la *Fig. 2.* La *Fig. 4.* fait voir l'interieur avec fon Reffort. La *Fig. 3.* represente les deux parties dont le Pendule eft composé. Voici ce que l'Auteur rapporte fur cette invention.

» On fçait que les corps mûs en ronds tendent à s'éloigner du  
 » centre de leurs mouvemens, à proportion de la force qu'ils  
 » reçoivent ; d'où il fuit que la Lentille de ce Pendule s'allonge  
 » en raifon de l'action qui la fait vibrer, & forme des vibrations  
 » d'une durée égale, par ce plus ou moins d'allongement. Toute  
 » la difficulté dans l'exécution eft de donner une pefanteur à la  
 » Lentille proportionnée à la force du Reffort. Voici une Mécha-  
 » nique dont on peut fe fervir.

» Il faut placer une petite Pendule à poids près d'une autre à  
 » Seconde, y fufpendre le Pendule qu'on veut examiner, & après

» l'avoir mis en mouvement , compter combien il fait de vibra-  
 » tions pendant que celui des Secondes en fait 100, ensuite char-  
 » ger la petite Pendule d'un poids double de celui qui y étoit ,  
 » & s'il arrive que le même nombre de vibrations du petit Pen-  
 » dule réponde encore à 100 de celui des Secondes, le poids de  
 » la Lentille est environ de la force du Ressort. S'il en fait plus,  
 » il faut mettre dans la Lentille quelques grains de plomb ; s'il en  
 » fait moins , en ôter & répéter les observations jusqu'à ce que  
 » l'on ait trouvé un parfait rapport de nombre de battement entre  
 » les deux Pendules avec le poids simple & double.

C'est par les inégalités des vibrations, sur tout dans les Pendules à Ressort que le S<sup>r</sup> Regnault Horloger à Chaalon, a imaginé ce moyen qu'il substitué à la place de la Cycloïde qu'il prétend ne valoir que lorsque l'on voudroit faire marcher également deux Pendules de même calibre & de même nombre , & les Pendules de même longueur ; c'est le cas où il trouve la propriété de la Cycloïde qui donneroit à la vibration de l'une à l'égard de l'autre une durée égale , qui sans elle , seroit détruit par un engrenage plus ou moins fort des Palettes à une Pendule qu'à l'autre ; mais comme on avoit dessein de procurer au même Pendule une justesse parfaite dans les grandes & petites vibrations , en se servant de la Cycloïde , le peu de fruit qu'on en a retiré l'a fait abandonner tout-à-fait.

*Maniere de suspendre un Pendule pour les Secondes , qui entretient long-tems ses vibrations tendant à leur donner plus d'égalité , & peut être réglé sans les interrompre , par le même M<sup>r</sup> Regnault.*

*Fig. 5.* A B représente de plat deux Pièces dont les sommets font les cordes de deux portions de cercle soutenues par deux rayons chacune. Celle A est faite en forme de Fourchette , ainsi que la *Fig. 6.* la représente de profil , & soutient le Pendule par les Chevilles G G , *Fig. 7.* aux deux points H I *Fig. 6.* L'autre Pièce B est telle qu'on la voit dans le profil *Fig. 8.* En passant dans la fente M *Fig. 6.* faite aux côtés de la Pièce D qui est la partie supérieure de la Verge d'un Pendule qui bat les Secondes, on a taraudé en Vis la partie qui excède le point de suspension pour faire monter & descendre , suivant le besoin , une petite Len-

tille ou Régulateur percée & taraudée dans son épaisseur afin de pouvoir par son moyen achever de regler la Pendule. On peut le faire monter & descendre en le tournant par les dents marquées à son plan *Fig. 9.* & toujours parallèlement à la Cheville *G G Fig. 7.* sans interrompre ses vibrations. Il est clair par la *Fig. 5.* que ce Pendule une fois mis en mouvement l'entretient très-long-tems ; puisqu'alors la Cheville *C Fig. 6.* qui le porte ne souffre aucun frottement , & qu'ils sont reportés sur les Pivots *FG Fig. 7 & 8.* des Pièces *A B Fig. 5.* qui étant un peu au large dans les trous de la barre de fer qui les portent , que l'on a jugé inutile de représenter ici, roulent dedans sans frotter par le peu de mouvement qu'ils ont à faire , par conséquent la Pendule peut aller avec moins de poids.

Cette façon de suspendre un Pendule a une autre propriété. C'est qu'étant en repos, ces Pivots *CC Fig. 6.* sont placés justement au milieu de la corde qui les soutient, & dans cet endroit le plus près du centre doivent être décrit les Arcs. Si on met le Pendule en mouvement, les Pivots *CC* font en roulant couler sous eux les deux cordes, & en quittant le point de la perpendiculaire au centre, sont forcés de monter, entraînant avec eux le Pendule & la Lentille. On doit inferer de-là qu'il faut pour cet effet une quantité de force pour faire monter jusqu'à un certain point, & que pour aller plus loin il en faudroit encore davantage : on veut dire par-là que si le Pendule étoit à l'ordinaire, & que la Lentille, par l'impulsion de la Fourchette, se fut éloigné de deux pouces de la ligne de direction avec une force double, elle pourroit aller jusqu'à quatre en supposant une flexibilité parfaite au Ressort supérieur, puisque cet éloignement n'est autre chose qu'un Levier. Cela n'arriveroit point dans celle-ci, puisque l'excès de force qui pourroit faire décrire à la Lentille une portion de cercle plus grande est employée à la faire monter, par conséquent les vibrations tendent à un Isocronisme plus parfait.



# E C H A P E M E N T

## A V E C D E S F R O T T E M E N S R E D U I T S

*par le Sieur Regnauld.*

P L A N C H E X L V.

F I G U R E 41.

**A** A, Sont deux Rouleaux d'une forme lenticulaire portés par les Branches B B qui est une espece d'Ancre de deux pieces, lesquelles se fixent ensemble par le moyen des poids & d'une Vis, comme on le voit par le profil *Fig. 11*. Il y a dans la tête de cette Piece un trou quarré G, dans lequel passé une Verge de Balancier à l'ordinaire. La *Fig. 12*. est une Tige sur laquelle est enarbré obliquement le Cercle H, de façon que l'espace B C est moitié de l'Arc que doit décrire la Lentille. Lorsque le cercle H tourne entre les Rouleaux A A en les touchant au point D, il les force d'aller tantôt d'un côté, tantôt de l'autre; & comme les bouts de l'Ancre roulent sur le cercle oblique, les frottemens sont reportés sur leurs Pivors qui sont très-minces. L'Arbre qui porte le plan H doit couper à angle droit la Verge du Balancier, & être placé à la hauteur & vis-à-vis les Pivots des Rouleaux qui tombent perpendiculairement dessus.

Il faut observer, dit Mr Regnauld, que le Pendule appliqué à cette Machine employe deux Secondes par vibration, afin de gagner du tems; c'est ce qu'il a pratiqué dans celui qu'il a construit, & qui fait son effet à merveille.

*Fig. 42.* Est une sorte d'Echappement que je nomme circulaire, puisque les deux Pendules tournent toujours du même côté. La communication qu'ils ont avec le Rouage est par la Cheville A qui entre dans une ouverture faite au Chaperon qui tient au Pignon B. Les lettres E F sont deux Ressorts qui aident les Pendules à s'écarter à peu-près en raison de leur vitesse. C est la pointe du cône sur quoi les deux Pendules sont en équilibre.



# DES IRREGULARITÉS DES PENDULES,

Par le Sieur ENDERLIN.

» L'Examen des causes de l'irregularité des Pendules est devenu  
 » une chose fort intéressante. Plusieurs personnes en ont fait des  
 » remarques dont il y en a de très-belles : mais comme cette matiere  
 » semble n'être pas entierement épuisée, j'ai crû qu'il me restoit  
 » lieu d'offrir ce que mes expériences & les réflexions que j'ai pû faire  
 » m'ont apprises là-dessus. Pour l'intelligence des choses que je me  
 » propose d'examiner, il est nécessaire de considerer, 1°. Le Pendu-  
 » le comme seul & indépendant de l'Horloge. 2°. Comme y étant  
 » joint & dont il ne fait alors qu'une partie.

» Le Pendule séparé de l'Horloge est simple ou composé.

» Le Pendule simple ne subsiste qu'en idée ; c'est un poids sans  
 » étenduë suspendu au bout d'une ligne sans pesanteur, dont la  
 » direction naturelle est perpendiculaire à l'horizon, & la pro-  
 » priété la plus sensible de ce Pendule, est que le bout de la  
 » ligne où est le poids étant écarté par quelque force étrangere, hors  
 » de son assiette naturelle, pendant que l'autre bout de la ligne de-  
 » meure fixe, la ligne faisant par ce moyen un angle aigu quelconque  
 » avec la perpendiculaire susdite, & la force étrangere la quittant  
 » dans cette situation, le Pendule commencera incontinent à faire  
 » des vibrations de côté & d'autre de sa direction perpendiculaire  
 » en des tems à peu-près égaux ; le poids parcourant en même  
 » tems des Arcs de cercle dont les grandeurs diminueront à cha-  
 » que vibration jusqu'à ce que le Pendule se remette en repos dans  
 » sa premiere situation & direction perpendiculaire.

» Le Pendule composé, ou mixte, est celui dont la ligne de  
 » suspension a de la pesanteur, laquelle on peut considerer comme  
 » plusieurs petits poids attachés les uns aux autres, & dont le poids  
 » au bas de cette ligne a de l'étenduë ; & pouvant être ainsi con-  
 » sideré comme un amas de plusieurs poids qui étant quelques-  
 » uns plus près, & d'autres plus loin du point de suspension, fe-  
 » roit par cette raison des vibrations en des tems inégaux s'ils  
 » n'étoient attachés les uns aux autres. Mais comme toutes les

» parties de ce Pendule composé sont joints de maniere qu'elles  
 » ne font ensemble qu'un seul corps , dont chaque partie est con-  
 » trainte de suivre les tems des vibrations du tout ; il se trouvera  
 » par conséquent un point entre ses parties qu'on appelle *Centre*  
 » *d'oscillation* , qui marque la véritable longueur du Pendule pris  
 » du point de suspension , & qui en fera également éloigné comme  
 » seroit le poids d'une Pendule simple de son point de suspension ,  
 » supposant que les vibrations de l'une & de l'autre se fassent en  
 » des Arcs de cercle & en des tems égaux.

» Tout Pendule est donc composé , mais il y en a qui le sont  
 » plus , & d'autre moins. Le Pendule le moins composé a sa Verge  
 » qui sert de ligne de suspension & sa boule ou poids au bas de la  
 » Verge l'endroit de la Verge où elle est attachée en haut est le point  
 » de suspension , & le point d'oscillation se trouve un peu plus haut  
 » que le centre de la Boule , & dans l'endroit où elle seroit coupée  
 » en deux parties d'égaux pesanteur , y compris la Verge par un  
 » Arc de cercle , dont le centre seroit le point de suspension.

» La longueur du Pendule prise du point de suspension jusqu'au  
 » point d'oscillation détermine environ le tems de ses vibrations.  
 » Il y a d'autres conditions requises pour que le même Pendule  
 » fasse ces vibrations en des tems parfaitement égaux.

» Pour la premiere de ces conditions il est démontré qu'elles ne  
 » sçauroient se trouver dans le Pendule suspendu seul ; car étant  
 » mis en vibration par quelque force étrangere , cette premiere  
 » vibration se fera dans un Arc de cercle plus grand que la deu-  
 » xième , & la deuxième plus que la troisième , &c. d'où naîtra  
 » nécessairement de l'inégalité , parce que les plus grandes vibra-  
 » tions emploieront plus de tems à s'achever que ne feront les  
 » plus petites.

» Pour la seconde de ces conditions , qui est la résistance iné-  
 » gale du milieu , il est assez évident qu'elle ne sçauroit toujours  
 » subsister à cause que la pression de l'Atmosphere change con-  
 » tinuellement , ou plus ou moins ; mais on s'en console d'autant  
 » plus aisément , que la plus grande irregularité que ce change-  
 » ment puisse causer ne sçauroit jamais devenir sensible.

» Pour la troisième qui est le changement de la cause quelcon-  
 » que de la pesanteur telle qu'elle puisse être , on auroit peut-  
 » être sujet de croire que cela n'arrive qu'en transportant le Pen-  
 » dule en des lieux fort éloignés les uns des autres ; encore n'y a-  
 » t-il eu sur cet article que trop peu d'observations pour établir dans

» toute son étendue un principe si nouveau & si important dans  
 » la Physique, & qui en apparence ne peut être que par cette voye.  
 » Voilà ce qui en est du Pendule seul indépendant de l'Hor-  
 » loge ; maintenant nous allons le confiderer comme étant appli-  
 » qué à l'Horloge , dont il ne fait alors qu'une partie.  
 » Le Pendule est appliqué à l'Horloge pour en regler le mou-  
 » vement , & y réussit très-bien , non pas cependant sans souf-  
 » frir un changement notable dans son propre mouvement ; car  
 » comme le Pendule reçoit à chaque vibration une nouvelle force  
 » du Rouage pour l'entretenir en mouvement , il s'ensuit que les  
 » tems de ses vibrations sont accelerés par l'addition de cette  
 » force auxillaire ; de forte qu'un Pendule qui feroit seul un cer-  
 » tain nombre de vibrations dans un tems donné , en feroit  
 » un plus grand nombre dans le même tems étant appliqué à  
 » une Horloge. Plus cette force auxillaire est grande , plus  
 » les vibrations du Pendule en seront accelerés , & plus un Pen-  
 » dule est court ou léger , plus son mouvement fera acceleré par  
 » la même force.  
 » Plus le Pendule est acceleré par la force motrice , plus il est  
 » sujet aux irregularités dans son mouvement , & cela pour plu-  
 » sieurs raisons.  
 » 1°. Parce que la force motrice étant sujette aux changemens ;  
 » plus le mouvement propre du Pendule est acceleré par la force  
 » motrice , plus les impressions inégales de cette force motrice se  
 » rendent sensibles sur le mouvement du Pendule. 2°. Comme  
 » une plus grande force motrice produit nécessairement des vi-  
 » brations d'un plus grand Arc de cercle qu'en produit une force  
 » motrice plus petite , & que les différences des tems des vibra-  
 » tions sont plus grandes à proportion des degrés d'un grand cer-  
 » cle , qu'à proportion des degrés d'un plus petit Arc du même  
 » cercle , il s'ensuit que les inégalités d'une plus grande force mo-  
 » trice produisent des irregularités plus grandes dans le mouve-  
 » ment de la Pendule , que ne produiroit des inégalités qui auroient  
 » une même proportion à une force motrice qui feroit moindre.  
 » 3°. Plus l'Arc de cercle de la vibration est grand , plus l'inégalité  
 » de la résistance du milieu devient sensible.  
 » Etant convaincu de ces principes par l'expérience , je vais ,  
 » sans perdre de vûë ; à l'examen des causes de l'irregularité de  
 » plusieurs sortes de Pendules qui sont en usage.  
 » Depuis la premiere invention du Pendule , on en a construit

» de plusieurs manieres les uns plus parfaits ou moins sujets à des  
 » irrégularités que les autres. La perfection du Pendule comme  
 » faisant une partie de l'Horloge , consiste principalement en deux  
 » choses ; la maniere de le construire , & celle de l'appliquer. Il a  
 » fallu aux Pendules comme aux autres inventions, qui ne se perfec-  
 » tionnent qu'avec le tems , une succession d'un certain nom-  
 » bre de personnes qui les aient considerés en différens points de  
 » vûës , y ont fait chacun à leur tour de nouvelles découvertes.  
 » Les premiers Pendules qu'on a communément fait , étoient  
 » d'un pied plus ou moins long avec une Lentille fort légère , &  
 » avec une Verge inflexible attachée à l'Axe des Palettes , qui se  
 » terminoient à deux Pivots sur lesquelles le Pendule frottoit con-  
 » tinuellement en faisant des vibrations , qui d'ailleurs décrivoit  
 » de grands Arcs de cercle. Il est vrai que le mouvement de ces  
 » premiers Pendules étoit infiniment plus régulier que celui des  
 » Horloges à Balancier , & tout le monde en fut charmé, comme  
 » de raison ; car pouvoit-on rien imaginer de plus beau qu'une inven-  
 » tion qui ne manquoit pas de mesurer le tems à une minute ou  
 » deux près par jour , lorsque l'on ne connoissoit que des Horloges  
 » sujets à manquer plus de dix fois autant dans un même espace  
 » de tems.

» Quoiqu'on fut surpris d'abord de la justesse du mouvement de  
 » ces premiers Pendules , on ne laissa pas dans la suite d'en remar-  
 » quer les imperfections ; car étant court & léger , faisant de  
 » grand Arc de vibrations & frottemens continuels sur leurs Pi-  
 » vots , ils ne pouvoient qu'être sujets à des irrégularités considera-  
 » bles , étant de plus appliqués à des Horloges dont le Rouage  
 » étoit grossièrement fait & inégal , & le tout beaucoup moins bien  
 » construit que ce qu'on fait aujourd'hui : cependant il y a bien de  
 » l'apparence qu'on en eût demeuré-là pour long-tems , si M<sup>r</sup>  
 » Huyghens n'eût songé à porter une découverte déjà si heureuse à  
 » un plus grand degré de perfection , comme il croyoit le faire ,  
 » en appliquant la Cycloïde aux Pendules : Invention pourtant  
 » sçavante & ingénieuse , & une des plus célèbres du dernier  
 » siecle.

» On fut bientôt prévenu en faveur de la Cycloïde ; mais il ar-  
 » riva une chose assez commune. On s'en promettoit trop ; car  
 » dans la croyance que le Pendule seroit par son moyen en état  
 » de corriger toutes les autres irrégularités de l'Horloge , on com-  
 » mença à l'appliquer hardiment aux Horloges à Ressort , dont

on

» on retrancha la Fusée comme absolument inutile ; mais on ne  
 » fut pas long-tems sans s'appercevoir de son erreur ; car on trou-  
 » va que le Pendule , quoiqu'à Cycloïde ne laissoit pas d'obéir  
 » aux efforts inégaux de la force motrice à peu-près comme il  
 » auroit fait sans Cycloïde. Comme cette expérience est un ar-  
 » gument contre l'inutilité de la Cycloïde dont je prétend qu'on  
 » s'étoit trop promis , je tâcherai d'en rendre raison.

» C'est un fait indubitable , confirmé par toutes les expériences  
 » qu'on en a fait , que tout Pendule appliqué aux Horloges à  
 » l'ancienne maniere auroient les tems de leurs vibrations accélérés  
 » par l'addition de la force motrice , & la raison est que la Rouë  
 » de Rencontre agit sur les Palettes qui communiquent l'effort  
 » qu'ils ont reçu à la Verge du Pendule , de maniere que le Pen-  
 » dule reçoit un contre-coup vers la fin de chaque vibration de  
 » toute la force de la Rouë de Rencontre ; ce qui interrompt la  
 » vibration & en abrege le tems à peu-près de la même maniere  
 » comme feroient deux Ressorts , qui seroient placés de façon que  
 » la Verge du Pendule heurteroit contre l'une & l'autre alterna-  
 » tivement vers la fin de chaque vibration ; il s'ensuit de-là que  
 » plus la force motrice est grande , plus le tems des vibrations se-  
 » ront accélérées , & par conséquent que l'inégalité de cette force  
 » produira des inégalités dans le mouvement du Pendule.

» Voyons maintenant en quoi consiste les avantages du Pendule  
 » à Cycloïde au-dessus du Pendule inflexible , & ce qui peut faire  
 » de plus ou de moins pour corriger les inégalités de l'accéléra-  
 » tion des tems des vibrations causées par l'action inégale de la  
 » force motrice.

» La démonstration de la propriété de la Cycloïde appliquée  
 » au Pendule ne prouve autre chose sinon que le Pendule décri-  
 » vant par ses vibrations des Arcs de Cycloïde , les tems de ses vi-  
 » brations seront toujours égaux , soit qu'il décrive des Arcs plus  
 » grands ou plus petits ; mais il faut bien prendre garde ici que cette  
 » démonstration ne subsiste que dans la supposition que le Pendule  
 » agit seul par sa propre pesanteur , après avoir été mis en mouve-  
 » ment , comme n'étant fondé que sur la connoissance qu'on a des  
 » loix de l'accélération des vitesses des corps pesans qui tombent  
 » en liberté indépendamment de toute autre cause étrangere.

» Or un Pendule à Cycloïde étant appliqué à un Horloge reçoit  
 » tout comme un autre nécessairement & à chaque instant une  
 » nouvelle force pour entretenir ses vibrations , & en souffre le

» même contre-coup qui accelere les tems des vibrations , de forte  
 » que selon que la force motrice est plus ou moins grande, l'ac-  
 » celeration des tems des vibrations de ce Pendule doivent l'être  
 » aussi dans une proportion à peu-près de même.

» Soit , par exemple , un Pendule à Cycloïde de longueur à faire  
 » 10800 vibrations par heure , qui est en raison de 3 par se-  
 » condes , & qu'il soit appliqué ensuite à une Horloge dont la  
 » puissance motrice le feroit accelere seulement de 36 vibrations  
 » par heure , & pour se représenter toutes les inégalités qui peu-  
 » vent survenir au Rouage , supposons que cette Horloge soit à  
 » Ressort sans Fusée , qu'elle aille 24 heures , & que la force du  
 » Ressort au commencement soit le double de ce qu'il est au bas,  
 » il est évident en ce cas que si l'Horloge accelere le Pendule de  
 » 36 vibrations par heure lorsque son Ressort agit avec sa plus  
 » grande force , elle ne le fera accelere tout au plus que de 18  
 » vibrations par heure lorsque le Ressort n'agit qu'avec la moitié  
 » de sa force ; de sorte que l'Horloge avanceroit par ce moyen  
 » dans la première heure de son mouvement de 18 vibrations de  
 » plus qu'elle n'avanceroit dans la dernière heure des 24 , sans  
 » que la Cycloïde y puisse apporter le moindre remede ; car soit  
 » que cette force acceleratrice étant inégale fasse faire au Pen-  
 » dule des Arcs de vibrations plus ou moins grands , ces vibra-  
 » tions se feront toujours en des tems égaux , en supposant qu'elles  
 » décrivent des Arcs de Cycloïde ; l'inégalité de ces tems ne pro-  
 » viendra que de l'inégalité de la force motrice.

» Supposons maintenant le même Pendule appliqué à la même  
 » Horloge qu'on le laisseroit dans le même état à tout égard ,  
 » hormis qu'on en ôteroit la Cycloïde , laissant faire au Pendule  
 » ses vibrations en Arc de cercle , je dis donc que ce même Pen-  
 » dule sans Cycloïde ne sera pas tant acceléré comme lorsqu'il  
 » étoit à Cycloïde , sçavoir de 36 vibrations dans la première  
 » heure , ni de 18 dans la dernière des 24. mais il manquera plus  
 » à proportion du premier de ces nombres qu'à proportion du  
 » dernier ; de sorte qu'il y aura moins d'inégalité dans son mou-  
 » vement que dans le cas de la Cycloïde : en voici la raison. 1<sup>o</sup>.  
 » Ce Pendule ne sera pas acceléré de 36 vibrations dans la pre-  
 » mière heure comme il l'étoit avec la Cycloïde , parce que la  
 » plus grande force acceleratrice faisant faire au Pendule de plus  
 » grands Arcs de cercle , & que la grandeur de ces Arcs en tant  
 » que circulaire tendent à ralentir les tems des vibrations, il s'en-

» suit qu'il faut rabattre de l'acceleration totale de 36 vibrations  
 » autant que le Pendule a dû être ralenti par l'excès des Arcs des  
 » vibrations causées par la plus grande force acceleratrice.  
 » Supposons arbitrairement que cette soustraction devoit être  
 » du tems de 6 vibrations, il en restera 30.  
 » Secondement, la moindre force acceleratrice qui agira sur le  
 » Pendule pendant la dernière heure des 24. ne la fera pas  
 » accelerer de 18. vibrations, comme lorsqu'il étoit à Cy-  
 » cloïde, dont je viens de donner la raison; mais la soustraction  
 » à faire ne seroit non-seulement pas dans la proportion de 6 à  
 » 36, mais presque nulle: En voici la raison. Comme les Arcs de  
 » vibrations seroient plus petits dans le tems que la force accelera-  
 » trice est moindre, & que de petits Arcs de cercle s'approchent  
 » plus à des petits Arcs de Cycloïde que ne font de grands Arcs  
 » de cercle à de grands Arcs de Cycloïde, il s'ensuit que les tems  
 » des vibrations du même Pendule avec la même force accelera-  
 » trice se rapprocheront plus en ne décrivant que de petits Arcs  
 » de cercle ou de petits Arcs de Cycloïde, qu'ils ne feroient en  
 » décrivant de grands Arcs de cercle ou de Cycloïde, & par con-  
 » séquent qu'il faut moins rabattre à proportion sur les tems des  
 » 18 vibrations d'accelerées sur la dernière heure que sur les tems  
 » des 36 sur la première. Or la proportion sans ce raisonnement  
 » que je viens de faire seroit de rabattre 3 sur 18 comme 6 sur  
 » 36; mais comme il faut moins rabattre sur les 18 ôtons-en 2  
 » restera 16. ainsi il n'y aura que la différence de 30 à 16 entre  
 » les tems des vibrations accelerées causé par l'effort inégale de la  
 » force motrice dans la première & dans la dernière heure sur le  
 » Pendule sans Cycloïde, au lieu qu'il y aura une différence de  
 » 36 à 18 dans le Pendule à Cycloïde, d'où je conclus que la  
 » Cycloïde est plus nuisible à l'égalité des tems des vibrations d'un  
 » Pendule appliqué à une Horloge dont la force motrice sera  
 » inégale qu'elle n'y est avantageuse.  
 » Il y a encore d'autres causes qui diminuent l'utilité de la Cy-  
 » cloïde; en voici une. Supposant toujours le même Pendule qui  
 » étant suspendu seul fait 10800 vibrations par heure, & qui  
 » étant appliqué à l'Horloge en fait 10836 comme la quantité  
 » de l'acceleration marqué ici par le nombre additionnal 36. qui  
 » est pris arbitrairement & pourroit être bien plus grand; comme  
 » ce nombre, dis-je, est toujours indéterminable du moins d'avan-  
 » ce, on ne peut former la Cycloïde que sur la longueur d'un

- » Pendule qui feroit 10800 vibrations par heure ; mais un Pendule  
 » de cette longueur joint à l'Horloge se trouvera en faire 10836,  
 » il faut donc l'allonger pour réduire le nombre de ses vibrations  
 » à 10800, & il s'enfuivra de cet allongement que la Cycloïde  
 » déjà faite ne fera plus la Cycloïde précise de ce Pendule ; mais  
 » quand même ces raisons ne subsisteroient point, il y en a d'au-  
 » tres, & que personne ne peut ignorer comme l'allongement &  
 » le retrecissement auquel est nécessairement sujet le fil flexible  
 » qui sert pour la suspension de cette sorte de Pendule selon le  
 » degré de la sécheresse ou de l'humidité de l'air ; ce qui pour-  
 » roit seul suffire pour détruire la justesse dont le Pendule feroit  
 » d'ailleurs susceptible.
- » Tout ceci cependant ne conclut rien contre les démonstra-  
 » tions de M<sup>r</sup> Huyghens, qui prouve que les tems des vibrations  
 » d'un Pendule décrivant des Arcs de Cycloïde seront toujours  
 » égaux, soit que ces Arcs soient plus grands ou plus petits, & ces  
 » démonstrations subsisteront toujours dans toutes leurs étendues  
 » par rapport à un Pendule dont le mouvement ayant pour seule  
 » cause la pesanteur qui ne sera point troublé par des impressions  
 » étrangères ; car ce n'est proprement qu'à ces impressions étran-  
 » geres que j'ai tâché de donner une vraie notion. Au reste je  
 » suis persuadé que l'invention de la Cycloïde a beaucoup con-  
 » tribué par accident à la perfection des Pendules, puisque ce  
 » n'étoit qu'à son occasion qu'on s'est trouvé obligé de se servir  
 » d'une Fourchette dont on a toujours conservé l'usage après, &  
 » la Fourchette ayant donné lieu à l'invention d'une nouvelle  
 » espece de Palette, on évite par ces deux moyens deux grands  
 » inconvéniens auxquels on étoit assujetti auparavant ; sçavoir,  
 » le frottement continuel d'un Pivot qui soutenoit tout le poids  
 » du Pendule & la nécessité des grandes vibrations.
- » De la maniere dont on appliquoit le Pendule aux Horloges  
 » pendant plusieurs années, on s'assujettissoit nécessairement à de  
 » grands Arcs de vibrations ; ce qui sembloit rendre la Cycloïde  
 » très-nécessaire selon l'idée qu'on conçut d'abord ; mais il se trou-  
 » va dans la suite qu'on s'avisa heureusement d'appliquer le Pen-  
 » dule avec une Lentille fort pesante, & à lui faire battre les Se-  
 » condes en ne faisant que de petits Arcs de vibrations.
- » Cette maniere de construire les Pendules leur a donné une  
 » perfection à laquelle on n'auroit dû s'attendre ; elle a aidé beau-  
 » coup à perfectionner les Observations Astronomiques, & l'Astro-



» nomie étant perfectionnée nous a fait voir à son tour que ces  
 » Pendules sont encore sujettes à des irregularités infiniment sub-  
 » tiles. On s'arrête cependant à ces subtilités-là , on en veut sça-  
 » voir les causes , tâchons à les découvrir ; mais pour le faire il  
 » est nécessaire de considerer cette sorte de Pendule dans chaque  
 » partie de sa construction.

» A Paris ce Pendule est long de 3 pieds 8 lignes  $\frac{1}{2}$  & sa Len-  
 » tille pese environ 3 livres , il est suspendu ordinairement par  
 » un Ressort très-mince & très-flexible , & il ne peut décrire par  
 » ces vibrations qu'un Arc de 8 à 12 degrés , lequel étant pris  
 » également de côté & d'autre de la ligne perpendiculaire de di-  
 » rection se confonde plus ou moins à un Arc de Cycloïde selon  
 » que l'Arc de vibration est plus ou moins petit ; ce qui ôte en-  
 » tierement la nécessité d'une Cycloïde quand même elle auroit  
 » tous les avantages que j'ai tâché de faire voir qu'elle n'a pas  
 » pour regler les tems des vibrations d'un Pendule appliqué à une  
 » Horloge. Ce Pendule est fort peu susceptible des irregularités  
 » de la force motrice ; car la dernière Rouë de l'Horloge n'ayant  
 » qu'une force égale à un gros ou environ , en a assez pour en-  
 » tretienir les vibrations du Pendule ; & comme cette force que  
 » je diviserai en 600 parties n'agit que sur un bras de Levier de  $\frac{3}{4}$   
 » de pouce environ de distance du point de suspension , elle ne  
 » sçauroit imprimer sur la Lentille qu'une impression réciproque-  
 » ment comme la longueur du Pendule est au bras du Levier qui  
 » sera de la 60<sup>e</sup> partie de la force motrice , ou de 10 parties des  
 » 600 susdites , encore toutes les irregularités possibles de cette  
 » force motrice pourront être réduits par le moyen de l'Echa-  
 » pement à ne changer jamais de la cinquième partie de sa valeur ;  
 » & il faudroit des années pour que ces changemens aillent d'une  
 » extrêmité à l'autre de cette cinquième partie , & il ne change-  
 » roit par conséquent les grandeurs des Arcs des vibrations que  
 » par degrés , si insensibles , qu'ils échapperoient au calcul par leur  
 » extrême petitesse , de sorte qu'on peut assurer hardiment que  
 » les plus sensibles des irregularités auxquelles ces sortes de Pen-  
 » dules seront encore sujets ne viendront point alors des inégali-  
 » tés de la force motrice , mais qu'il les faudroit chercher ail-  
 » leurs.

» Il y a trois choses principales qu'on pourroit soupçonner com-  
 » me contribuant aux irregularités de ce Pendule ; je les examine-  
 » rai routes trois , & je ferai sur chacune en particulier les re-

- » marques qui se présenteront le plus naturellement à leur  
 » sujet.
- » La première de ces trois choses est la manière de suspendre  
 » le Pendule ; il y en a deux qu'on met ordinairement en usage,  
 » un fil de soye ou une lame de Ressort. Le fil s'allonge ou s'acour-  
 » cit, par conséquent le Pendule, & cela à proportion de la lon-  
 » gueur du fil ; car si le changement qui surviendrait par ce moyen  
 » à un Pendule qui seroit suspendu par un fil long de trois pouces,  
 » comme il le devroit s'il étoit à Cycloïde, alloit, par exemple,  
 » à une Seconde par jour, un Pendule qui seroit suspendu par un  
 » fil long d'une ligne n'en seroit changé que de la 36<sup>e</sup> partie  
 » d'une Seconde dans le même espace de tems, ou ce qui est la  
 » même chose, d'une seconde seulement en 36 jours, & les chan-  
 » gemens qui pourroient survenir au Pendule par cette cause, se-  
 » roient annoncés par l'Hygrometre. Une lame de Ressort dont  
 » on se serviroit pour suspendre le Pendule pourroit bien causer  
 » aussi quelque changement aux tems de ses vibrations, & la va-  
 » leur de ses changemens seroit plus ou moins grande selon que  
 » la lame seroit plus ou moins roide, ou selon que les Arcs de  
 » vibrations seroient plus ou moins grands.
- » La seconde chose contribué beaucoup à l'irrégularité du Pen-  
 » dule. L'allongement ou raccourcissement de la Verge par la cha-  
 » leur & le froid, quelques soient ces changemens, ils doivent  
 » être annoncés par le Thermomettre.
- » La troisième chose que je me suis proposé d'examiner, est la  
 » résistance inégale de l'air au mouvement de la Lentille. Il est  
 » certain qu'à la rigueur cette inégale résistance du milieu se doit  
 » faire sentir sur un grand nombre de vibrations faites de suite  
 » lorsque la pression de l'Atmosphère seroit la plus grande, & sur  
 » un pareil nombre de vibrations faites de suite immédiatement  
 » après lorsque la pression sera moindre ; mais comme cela n'ar-  
 » rive que très-rarement ou presque jamais, que d'ailleurs la Len-  
 » tille est formée de manière à ne présenter qu'une petite sur-  
 » face, & la plus propre qu'il soit possible pour fendre l'air dans  
 » la direction de son mouvement ; on ne peut pas attribuer à cette  
 » cause réelle un effort sensible ; quoiqu'il en soit, les plus petits  
 » Arcs de vibrations y seront toujours les moins sujets, & si le  
 » changement est sensible, il sera marqué par le Baromettre. On  
 » ne peut pas douter que chacune de ces trois choses dont je  
 » viens de parler ne tendent à déregler les vibrations du Pendule

» il est très-certain qu'on s'en aperçoit peu quand la Pendule est  
 » bien construire ; car autrement il seroit presque impossible d'avoir  
 » jamais une Pendule à Seconde sur le tems moyen à une seconde  
 » près en 4, 6 ou 8 jours, &c. ce qu'on peut faire avec assez de  
 » facilité quand elle est bien faite.

Dans la Piece qui a remporté le prix de l'Académie Royale des Sciences en 1736. M<sup>r</sup> Bernoulli fait plusieurs démonstrations analogues aux Ressorts Spiraux qu'on applique aux Montres. Il conseille d'en mettre deux attachés au centre du Balancier dont les Spires tournent en sens contraire pour avoir, dit-il, *un centre d'équilibre force* ; il prétend remédier par ce moyen au tremouffement & rendre les vibrations plus égales, au lieu qu'à un seul Ressort on ne peut avoir qu'un centre d'équilibre oisif qui n'a pas assez d'action sur le Balancier pour le garantir des tremouffemens & maintenir les vibrations aussi égales. Ce qu'il entend par *centre d'équilibre forcé*, ce sont les deux Ressorts qui étant bandés deviennent entagoniste de l'un à l'autre ; c'est-à-dire, que le premier Ressort qu'on placera tirera le Balancier tout d'un côté, & absolument hors de son Echapement, & le second spiral qui tirera d'un sens contraire ramenera le Balancier pour que les Palettes soient paralleles à la Rouë de Rencontre, & qu'elles soient dans leurs Echapemens à l'ordinaire.

Ce qu'il entend par *centre d'équilibre oisif*, est un Balancier avec son Ressort ordinaire arrêté. Le Ressort n'est bandé ni d'un côté ni d'un autre, par conséquent il reste dans l'inaction ; ce qui est la même chose dans un centre d'équilibre oisif.

#### EXTRAIT DU MEMOIRE.

» Il faut remarquer, dit Monsieur BERNOULLI, que l'Equilibre  
 » forcé est absolument nécessaire pour que les tremouffemens  
 » grands ou petits soient tautochrones ; car quand les petites par-  
 » ties étant en repos ne sont pas pressées par les deux côtés oppo-  
 » sés, ou, ce qui revient au même, quand elles sont simplement  
 » dans une équilibre oisif, alors le tautochronisme du tremouffe-  
 » ment ou de petites vibrations, n'aura pas lieu, &c.

» On a beau ajouter au Balancier deux Ressorts Spiraux, ou  
 » tant d'autres que l'on voudra, on n'avancera jamais à rendre  
 » le tautochronisme au mouvement du Balancier, à moins qu'on  
 » ne mette deux Ressorts Spiraux dans un centre d'équilibre for-

» cé, &c. Il ne s'agit pas de fabriquer des Ressorts Spiraux qui  
 » pressent le Balancier avec des forces selon une loi donnée pour  
 » toutes leurs dilatations, on n'en viendroit peut-être jamais à  
 » bout ; mais il faut sçavoir seulement de quelle maniere il faut  
 » appliquer au Balancier deux Ressorts ordinaires & dont les Spires  
 » soient à contre-sens pour qu'ils produisent le tautochronisme dans  
 » l'agitation du Balancier.

» Pour cette fin, il n'y a qu'à les appliquer en sorte que le point  
 » où ils sont attachés à l'Arbre du Balancier soit dans un équi-  
 » libre forcé lorsqu'il n'est pas en mouvement ; il faut donc que  
 » dans cet état de repos chaque Ressort soit comprimé ou resseré,  
 » & point débandé entierement comme on le fait dans la pratique  
 » ordinaire ; il faut même observer que quand le Balancier fait  
 » ses vibrations, les plus grands allongemens alternatifs de chaque  
 » Ressort n'aillent jamais jusqu'à l'entiere extinction de la force qu'il  
 » auroit de s'allonger ou de s'étendre encore davantage s'il n'en  
 » étoit empêché ou retiré par son antagoniste.

» Quant à la figure de ces petites Lames Elastiques, je préfere-  
 » rois à la Spirale, tant pour la commodité que pour l'exactitude,  
 » la figure ondeyante telle que feu Monsieur de la Hire l'a ingé-  
 » nieusement inventé & communiqué dans les Mémoires de 1700.  
 » page 166. Voyez *Figure W. Planche 45*. Selon la description  
 » qu'il en fait ce Ressort auroit un grand avantage sur celui en  
 » Spiral s'il n'avoit pas le défaut commun avec celui-ci, qui est qu'en  
 » n'employant qu'un Ressort ondeyant comme l'Auteur le prescrit.  
 » On voit bien que dans l'état de repos du Balancier le point de la  
 » Fourchette par où l'extrémité du Ressort tient au Balancier seroit  
 » un centre d'équilibre oisif, par conséquent incapable de rendre  
 » les vibrations tautochrones par les raisons susdites. C'est pour-  
 » quoi, pour perfectionner cette belle invention, je conseillerois  
 » d'appliquer au côté opposé un autre Ressort ondeyant entago-  
 » niste & semblable au premier, observant au reste les mêmes  
 » conditions & les mêmes précautions que j'ai recommandé pour  
 » le Ressort Spiral afin d'obtenir un centre d'équilibre forcé. Tout  
 » ce qu'il y auroit encore à insinuer là-dessus c'est de faire en sorte  
 » que les excursions de ce centre ne soient pas trop longues, au-  
 » quel cas les forces motrices des Ressorts cesseroient d'être pro-  
 » portionnelles aux éloignemens du centre de repos, ni trop  
 » courtes, parce que le Balancier seroit trop sujet à s'arrêter.

Monsieur Bernoulli auroit fait plaisir aux Horlogers de mar-  
 quer

*Dit Mr Bernoulli*

quer en quoi le Ressort ondoyant *est plus commode & plus exacte* que le Ressort Spiral, afin de les engager dorénavant à le pratiquer. On lui auroit été pareillement obligé s'il avoit fait quelques expériences sur les deux Ressorts appliqués au Balancier. Pour moi qui en ait fait, je n'y ait rien trouvé qui méritât d'être suivi. Peut-être que j'ai obmis quelques circonstances réservés à l'Auteur.

## M E M O I R E

Sur la Figure des dents des Rouës & des Aîles des Pignons, pour rendre les Horloges plus parfaites.

*Par Monsieur C A M U S, de l'Académie Royale des Sciences.*

**D**E toutes les Figures qu'on peut donner aux dents des Rouës & des Pignons d'une Horloge, celle qui tend à la faire marcher avec une force & une vitesse uniforme, & qui fait que les Pieces font toujours les unes sur les autres des efforts égaux, doit être regardée comme la meilleure.

Cette égalité de force est non-seulement nécessaire pour faire mouvoir une Horloge uniformément, mais encore pour la faire mouvoir avec la même puissance motrice qu'il est possible.

Une Machine qui ne va pas avec une force toujours uniforme, ou dont les Pieces agissent les unes sur les autres avec des forces tantôt plus grandes & tantôt plus petites, a besoin pour aller, qu'on lui donne toute la puissance motrice qui lui est nécessaire dans la situation la plus avantageuse de ces Pieces; enforte que la puissance motrice qui pourroit la faire marcher dans une situation moyenne entre la plus avantageuse & la moins avantageuse, ne suffiroit pas pour la faire toujours aller.

Une Machine au contraire dont la force est toujours uniforme, c'est-à-dire, où les Pieces font toujours les unes sur les autres des impressions également avantageuses, pourra toujours marcher avec la puissance motrice moyenne qui ne pouvoit point faire aller la première.

Monsieur de la Hire examinant la courbure qu'il faut donner aux dents des Rouës pour qu'elles menent un Pignon avec une

vîteffe toujours égale à celles qu'elles ont elles-mêmes , a démontré dans son Traité des Epicycloïdes & de leurs usages dans les Méchaniques , qu'une dent de Rouë devoit avoir la figure d'une Epicycloïde engendrée par un point de la circonference du Pignon qui rouleroit sur la circonference convexe de la Rouë. Mais cette Epicycloïde n'a lieu que quand le Pignon est une Lanterne dont les Fuseaux sont infiniment déliés.

Quoique l'Epicycloïde dont je viens de parler ( c'est M<sup>r</sup> Camus qui parle ) ne soit point propre pour mener uniformement une Lanterne dont les Fuseaux auroient un diametre fini, M<sup>r</sup> de la Hire s'en sert comme de bâte pour avoir la courbe qui doit produire la force uniforme qu'il cherche.

Quand M<sup>r</sup> de la Hire a construit l'Epicycloïde qui doit mener la Lanterne dont les Fuseaux seroient infiniment déliés, il lui tire en dedans une parallele à la distance du rayon du Fuseau qu'il suppose cylindrique. Cette parallele rognant l'Epicycloïde d'une quantité égale au rayon du Fuseau , comme elle doit mener le Fuseau cylindrique par sa circonference , l'Epicycloïde répond toujours au centre du Fuseau , en sorte que la parallele à l'Epicycloïde mene la Lanterne par la circonference de son Fuseau , comme l'Epicycloïde la meneroit par le centre du même Fuseau, ou par un Fuseau infiniment délié. D'où il suit que cette Epicycloïde rognée mene toujours la Lanterne avec une force uniforme.

M<sup>r</sup> de la Hire se sert encore de l'Epicycloïde propre à mener une Lanterne à Fuseaux infiniment déliée , pour construire les courbes propres à mener un Pignon dont les aîles ont des faces droites comme dans les ouvrages ordinaires d'Horlogerie ; mais sa construction est beaucoup plus composée que celle de la courbe qui doit mener une Lanterne à Fuseaux cylindriques , elle paroît même sujette à plusieurs inconvéniens.

Premierement, on ne connoît point la nature de la courbe ainsi tracée par le moyen de l'Epicycloïde.

2°. On ne sçait point par quel endroit la dent de la Rouë mene l'Aîle du Pignon , ni par conséquent le point ou la dent abandonne l'Aîle.

3°. On ne connoît pas facilement de combien la Rouë engrenne dans son Pignon, ni par conséquent le rapport qu'il y a entre le diametre de la Rouë & celui du Pignon. Du moins ces trois choses ne se peuvent connoître que graphiquement, de même que la

courbe de la dent qu'il faut tracer avant toutes choses.

Pour découvrir la figure de la dent qui doit mener uniformément l'Aîle d'un Pignon, j'ai commencé par examiner comment & par quels endroits la dent de la Rouë devoit mener l'Aîle, & comme je détermine toujours jusqu'où une dent doit mener le Pignon, je connois aussi toujours le point de l'Aîle où la dent abandonne le Pignon; par-là je trouve la quantité de l'engrenage & le rapport des diamètres de la Rouë & du Pignon.

## D E F I N I T I O N S.

Quand deux Rouës engrennent l'une dans l'autre, j'appelle *Rouë* la plus grande, & *Pignon* la plus petite.

La dent d'un Pignon se nomme *Aîle*.

La dent d'une Rouë se nomme *Dent*.

J'appelle *ligne des centres* la droite A G qui joint les centres de la Rouë & du Pignon.

## R E M A R Q U E.

1°. Une Rouë peut mener un Pignon, & le Pignon peut mener la Rouë.

2°. La dent de la Rouë peut rencontrer l'Aîle du Pignon avant d'arriver dans la ligne des centres, ou quand ils y sont arrivés.

Dans l'examen de ces différens cas, je cherche, 1°. Qu'elles doivent être les figures de la dent & de l'Aîle lorsque la Rouë mene le Pignon; ce qui fera le sujet des trois Articles. Dans le premier je déterminerai la nature de l'Aîle & de la dent quand la dent ne prendra l'Aîle que dans la ligne des centres ou après avoir passé cette ligne. Dans le deuxième, je donnerai la nature de l'Aîle & de la dent lorsque la dent prendra l'Aîle avant d'être arrivé dans la ligne des centres, & qu'elle la quittera en arrivant dans cette ligne des centres. Dans la troisième, j'examinerai la figure de la dent & de l'Aîle quand la dent rencontrera l'Aîle avant la ligne des centres, & qu'elle la conduira au-delà de la ligne des centres.

2°. Les Méthodes pour déterminer la figure de la dent & celle de l'Aîle étant trouvés dans l'hypothèse que la Rouë mene le Pignon, il ne sera pas difficile de les appliquer au cas où le Pignon mene la Rouë, toute la différence ne consistera même qu'à changer le nom du Pignon en celui de Rouë, & celui de Rouë en celui de Pignon.



## P R E M I E R E P A R T I E ,

Où l'on examine la figure de l'Aîle & celle de la Dent  
lorsque la Rouë mene le Pignon.

## A R T I C L E P R E M I E R .

Où l'on examine la figure de l'Aîle & celle de la Dent lorsque  
la Dent ne rencontre l'Aîle que dans ou après  
la ligne des centres.

## T H E O R E M E 1.

## P L A N C H E X L V I .

## F I G U R E 1. 2. 3.

B G étant le rayon d'une Rouë & A B le rayon d'un Pignon  
que la Rouë entraîneroit par sa circonference avec une force  
égale à la sienne & une vitesse aussi égale à la sienne.

Soit l'Aîle A H de figure quelconque menée par la dent C Z  
aussi de figure quelconque, si par le point C où la dent rencontre  
l'Aîle, l'ontire O C F perpendiculaire à l'Aîle, je dis que l'on aura :

1°. La force avec laquelle la circonference B Z entraîne la  
circonference B H du Pignon.

Et la force avec laquelle la circonference du Pignon tournera  
quand il sera mené par le point C de son Aîle, comme A B \* D G  
est à A D \* B G.

2°. La vitesse avec laquelle la circonference B Z de la Rouë  
entraîne la circonference B H du Pignon, est la vitesse avec la-  
quelle tournera la circonference du Pignon quand il sera mené  
par le point C de son Aîle, comme A D \* B G est à A B \* D G.

## D E M O N S T R A T I O N .

Du centre G de la Rouë soit mené G F perpendiculairement



sur OF, & du centre A du Pignon soit mené A O perpendiculaire à la même droite O F.

Soit  $f$  la force &  $u$  la vitesse avec lesquelles tourne la circonférence du Pignon, quand cette circonférence même est entraînée par la circonférence B Z de la Rouë, on aura aussi  $f$  pour la force &  $u$  pour la vitesse avec lesquelles la circonférence B Z de la Rouë tournera.

Soit  $\phi$  la force &  $v$  la vitesse avec lesquelles la circonférence du Pignon tournera, lorsque la dent CZ le menera par le point C de son Aîle, il faut démontrer que,

$$1^{\circ}. f : \phi :: A B \times D G : A D \times B G.$$

$$2^{\circ}. u : v :: A D \times B G : A B \times D G.$$

Pour cela soit F la force & V la vitesse que la Rouë a suivant la direction F O, il est évident que la Rouë poussera le point G de l'Aîle avec une force égale F & une vitesse  $= V$ . Tout cela posé on aura,

$$1^{\circ}. f : F :: F G : B G. \quad 2^{\circ}. u : V :: B G : F G.$$

Et comme F est la force & V la vitesse avec lesquelles le point G de l'Aîle est poussé tandis que  $\phi$  est la force &  $v$  la vitesse avec lesquelles tourne la circonférence B Z du Pignon, on aura,

$1^{\circ}. F : \phi :: A B : A O. \quad 2^{\circ}. V : v :: A O : A B$  : mais à cause des triangles semblables A D O, G D F, on aura,

$$1^{\circ}. G F : A O :: D G : A D. \quad 2^{\circ}. A O : G F :: A D : D G.$$

Et  $1^{\circ}. A O : G F :: A O : G F. \quad 2^{\circ}. G F : A O :: G F : A O.$

Multipliant chaque suite d'analogie par ordre, on aura,

$1^{\circ}. f : \phi :: A B \times D G : A D \times B G. \quad 2^{\circ}. u : v :: A D \times B G : A B \times D G.$  Ce qu'il falloit démontrer.

C O R O L A I R E. I.

*Planche 46. Fig. 1.* Si la droite O C F coupe la ligne des centres au dedans du Pignon B H, il est clair que l'on aura  $A B \times D G > A D \times B G$ , & par conséquent  $f > \phi$  &  $u < v$ .

C'est-à-dire, que le Pignon tournera avec plus de force & moins de vitesse quand il sera mené par sa circonférence même, que quand il sera mené par le point C de son Aîle par la dent CZ, si la ligne O C F coupe la ligne des centres au dedans du Pignon.

*Fig. 2.* Si la droite O C F coupe la ligne des centres au dedans de la Rouë , il est évident que l'on aura  $A B \times D G < A D \times B G$ , & par conséquent  $f < \varphi$  &  $u > v$ .

C'est-à-dire , que le Pignon tournera avec moins de force & plus de vitesse quand il sera mené par sa circonférence que quand il sera poussé par le point C de son Aîle , si la droite O C F coupe la ligne des centres au dedans de la Rouë.

## C O R O L A I R E 3.

*Fig. 3.* Enfin si la perpendiculaire O C F coupe la ligne des centres au point B où la circonférence de la Rouë & celle du Pignon se touchent, il est visible que l'on aura  $A B = A D$ , &  $B G = D G$ , & par conséquent  $A B \times D G = A D \times B G$ , ce qui rendra  $f = \varphi$  &  $u = v$ .

C'est-à-dire , que le Pignon tournera avec la même force & la même vitesse , soit que la circonférence B Z l'entraîne par sa circonférence B H , soit qu'il soit poussé par un point G de son Aîle, si la droite O C F coupe la ligne des centres au point B.

## C O R O L A I R E 4.

*Fig. 3.* Donc les courbures de la dent & de l'aîle doivent être telles que la droite B C tirée du point B au point d'attouchement de l'aîle & de la dent soit en même tems perpendiculaire à l'aîle & à la dent.

## C O R O L A I R E 5.

*Fig. 3.* Comme l'Arc B H compris entre le point B & le bout de l'aîle est égal à l'Arc B Z compris entre le point B & la naissance de la dent , & que la droite B.C est la même perpendiculaire pour l'aîle & pour la dent ; il suit que si de tous les points P de l'Arc H B on tire des perpendiculaires P M à l'aîle , & que de tous les points Q de l'Arc Z B , on tire des perpendiculaires Q R à la dent ; les perpendiculaires correspondantes à l'aîle & à la dent seront égales chacune à chacune ; car les points correspondans P Q des Arcs H B , Z B , ayant passé en même tems par le point B , les perpendiculaires P M , Q R correspondantes à l'aîle & à la dent se soient confonduës en une même B C.

*Fig. 3. pl. 46.* Si la face  $A C H$  de l'aîle n'est point concave, la perpendiculaire tirée du point  $B$  à l'aîle tombera toujours au dedans du Pignon, & par conséquent l'aîle  $A H$  n'aura pas besoin d'être prolongée au-delà de la circonférence  $B H$  pour recevoir la perpendiculaire  $B C$ , & comme la Rouë est obligée de pousser le Pignon par le point  $C$ , le rayon entier de la Rouë doit surpasser celui de la circonférence  $B Z$  de toute la quantité de l'engrainage, c'est-à-dire, que le rayon du Pignon sera le même, soit qu'il soit entraîné par la circonférence, soit qu'il soit poussé par une dent  $C Z$  qu'il reçoit entre ses aîles, & que le rayon de la Rouë qui engrenera pour mener le Pignon sera plus grand de tout l'engrenage que le rayon  $G B$  de la Rouë qui n'auroit point de dents.

## T H E O R E M E 2.

*Fig. 3.* Si l'on veut que le Pignon tourne comme la Rouë avec une force toujours uniforme, les courbures  $A C H$ ,  $C Z$  de l'aîle & de la dent doivent être engendrées comme les Epicycloïdes par une même courbe qui roulera au dedans du Pignon sur la circonférence  $H B$  pour décrire l'aîle, & sur la circonférence  $Z B$  pour décrire la dent.

## D E M O N S T R A T I O N.

Puisque la courbure de l'aîle est telle qu'on lui peut mener des perpendiculaires de tous les points de l'Arc  $H B$ , & la courbure de la dent aussi telle qu'on lui peut mener des perpendiculaires de tous les points de l'Arc  $Z B$ , ces deux courbes peuvent être engendrées par un mouvement épicycloïdal; mais il faut démontrer qu'elles auront la même courbe génératrice.

Deux courbes  $A H$ ,  $Z C$  sont engendrées par une même courbe par un mouvement épicycloïdal quand les parties  $H P$ ,  $Z Q$  de leurs bâses étant égales, les perpendiculaires  $P M$ ,  $R Q$  à ces courbes sont aussi égales.

Mais nous avons vû dans le Corolaire 5. du Theoreme précédent, que  $H P$  &  $Z Q$  étant égales,  $P M$  &  $R Q$  étoient aussi égales.

Donc la courbure  $A C H$  de l'aîle & celle  $Z R C$  de la dent ont une même courbe génératrice qui roulera sur  $H B$  au dedans

du Pignon pour décrire l'aîle, & qui roulera sur Z B au dehors de la Rouë pour décrire la dent. C. Q: f: D.

## C O R O L A I R E 1.

On voit par ce Theoreme que,

1°. Toute ligne qui ne pourra point être engendrée comme les Epicycloïdes par le roulement d'une autre courbe sur une bâte circulaire concave, ne pourra point être la figure de l'aîle d'un Pignon.

2°. Toute courbe qui ne pourra point être engendrée comme les Epicycloïdes par le roulement d'une autre courbe sur une bâte circulaire convexe ne pourra point non plus être la figure de la dent d'une Rouë.

## C O R O L A I R E 2.

*Fig. 3.* Comme le bout H de l'aîle & la naissance Z de la dent se font trouvés en même tems au point B, il est clair que dans cette situation la naissance de la dent a mené le bout de l'aîle, & dans cette position comme la perpendiculaire au bout de l'aîle & à la naissance, la dent a passé aussi par le même point B. Cette perpendiculaire a été égale à zero; d'où il suit que:

La courbe génératrice qui a formé l'aîle & la dent les a formé par un point de sa circonference; puisque quand cette courbe a formé le bout de l'aîle & la naissance de la dent le rayon générateur étoit égale à zero; ainsi il n'y avoit point d'interval entre le point décrivant & le point de la courbe génératrice qui rouloit alors sur H B & sur Z B, & par conséquent le point générateur de l'aîle & de la dent a été aussi le premier point de la bâte génératrice.

## C O R O L A I R E 3.

*Fig. 3.* Puisque le point décrivant est le premier point de la bâte génératrice, il suit nécessairement que le bout de l'aîle doit être perpendiculaire à la circonference H B du Pignon, & que la naissance des dents doit être perpendiculaire à la circonference Z B de la Rouë qui engreneroit infiniment peu.

## COROLAIRE

## C O R O L A I R E 4.

Puisque la naissance de la dent est perpendiculaire à la circonférence  $Z B$ , il suit que :

1°. La dent  $Z R C$  doit être convexe du côté qu'elle conduit l'aîle ; car elle est décrite par une courbe génératrice qui a roulé de  $Z$  vers  $B$ , & que sa naissance est perpendiculaire à l'Arc  $Z B$ .

2°. La dent  $Z R C$  ( qui, comme nous l'avons dit, doit être perpendiculaire à l'Arc  $Z B$  ) ne peut point être un Arc de cercle ; car un Arc de cercle ne sçauroit être un Epicycloïde engendré par une courbe finie. La dent ne peut point être non plus une section conique.

## C O R O L A I R E 5.

Donc l'aîle du Pignon, ne sçauroit être toute convexe du côté qu'elle est menée, & passer par le centre, ou le renfermer. Car son extrémité  $H$  ne seroit point perpendiculaire à l'Arc  $B H$ , par la même raison cette aîle ne sçauroit être toute concave du côté qu'elle est menée, & passer par le centre ou le renfermer.

Tout ce que je viens de dire est dans la supposition que la dent commence à rencontrer l'aîle dans la droite des centres

## T H E O R E M E 3.

*Fig. 4. Planche 46.* Si la face, ou plutôt le profil de la face d'une aîle du Pignon, est une ligne droite tendante au centre du Pignon, je dis que la figure de la dent sera une *Epicycloïde* qui aura pour génératrice, un cercle dont le diamettre sera égal au rayon du Pignon, & pour bâte la circonférence du cercle  $Z B$ .

## D E M O N S T R A T I O N.

La figure de l'aîle & celle de la dent doivent être engendrées comme les Epicycloïdes par une même courbe qui roulera sur la circonférence concave du Pignon pour décrire l'aîle, & sur la circonférence convexe  $Z B$  de la Rouë qui engreneroit infiniment peu pour décrire la dent.

Mais la courbe qui en roulant dans la circonférence concave d'un cercle décrit une droite tendante au centre sera aussi un

cercle qui aura pour diamètre le rayon du Pignon, & ce cercle doit rouler sur l'Arc Z B, & par conséquent la figure de la dent de la Rouë sera une simple Epicycloïde qui aura pour courbe génératrice un cercle dont le diamètre est égal au rayon du Pignon, & pour bafe la circonférence du cercle Z B. C : Q : F : D.

## C O R O L A I R E.

Donc le Pignon dont les faces des aîles sont des droites tendantes au centre, a le même diamètre que s'il n'avoit point d'aîle, & qu'il fut entraîné par sa circonférence; car ses aîles sont au dedans du cercle: mais il n'en est pas de même de la Rouë; elle doit fournir l'engrenage, & par conséquent son rayon doit être plus grand que celui de celle qui entraîneroit le Pignon par sa circonférence, de toute la quantité de l'engrenage.

## T H E O R E M E 4.

Si les aîles du Pignon sont des Fuseaux infiniment déliés, la figure de la dent sera un Epicycloïde qui aura le Pignon même pour courbe génératrice, & la circonférence Z B pour bafe.

## D E M O N S T R A T I O N.

Le Fuseau étant infiniment délié ne fera qu'un point H dans le profil du Pignon, & ce point sera dans la circonférence; mais ce point H devant être la seule chose décrite dans le tems que la courbe génératrice roulera dans l'Arc H B, il est clair que cette courbe génératrice doit être entièrement appliquée sur l'Arc H B, & doit être par conséquent la même courbe que H B; car si cette courbe génératrice n'étoit pas constamment appliquée sur H B, le point générateur décriroit une ligne, & non un point.

Donc le même Arc H B doit aussi être la courbe génératrice de la dent, & comme cette courbe génératrice doit rouler sur Z B pour décrire la dent, il suit que,

La figure de la dent sera un Epicycloïde qui aura le Pignon même pour cercle générateur, & la circonférence convexe Z B pour bafe. C : Q : F : D.

PROBLEME I.

La face de l'aïlle étant un plan dirigé vers l'axe du Pignon, & la distance des Pivots de la Rouë & du Pignon étant donnée avec le nombre des dents de la Rouë & le nombre des aïles du Pignon, trouver le rayon de la Rouë & celui du Pignon.

S O L U T I O N.

Fig. 5. Planche 46. Comme nous suposons toujours que la dent C Z ne prend l'aïlle A H que quand ils sont arrivés dans la ligne A G des centres, la dent C Z doit mener l'aïlle A H jusqu'à ce que l'aïlle A B soit arrivée dans la ligne A G.

Mais si du point B l'on tire B C perpendiculaire à l'aïlle A H, le point C sera celui par lequel l'aïlle A H doit être poussé par la dent C Z, & par conséquent la Rouë doit engrener jusqu'en C, ainsi la distance des Pivots étant A G, G C fera le rayon de la Rouë, & A B le rayon du Pignon.

Mais la circonference B Z M qui passe par les pieds des dents de la Rouë tournant aussi vite que la circonference B H du Pignon, ces circonférences sont entre elles comme les nombres de leurs dents, & leurs rayons G B, A B sont dans le même rapport ; ainsi,

appellant  $\left\{ \begin{array}{l} d \text{ le nombre des dents de la Rouë,} \\ a \text{ le nombre des aïles du Pignon,} \end{array} \right.$   
on aura  $a : d :: A B : G B$ ,

& par conséquent  $\left\{ \begin{array}{l} a \times d : a :: A G : A B. \\ a \times d : d :: A G : G B. \end{array} \right.$

D'où l'on tire  $A B = \frac{A G \times a}{a + d}$  &  $G B = \frac{A G \times d}{a + d}$ .

Les rayons A B & G B du Pignon & de la Rouë qui entraîneroit le Pignon par sa circonference étant ainsi connu, & l'angle B A H étant de  $\frac{360 \cdot d}{a}$  on connoïtra A C & par conséquent on aura un triangle C A G où l'on connoïtra un angle C A G avec les deux côtés A C, A G qui le comprennent, & par conséquent le 3<sup>e</sup> côté C G qui est le rayon de la Rouë sera connu. C : Q : F : D.

C O R O L A I R E.

Si du rayon C G de la Rouë on retranche B G que nous venons de trouver  $= \frac{A G \times d}{a + d}$  le reste C Q fera la quantité de l'engrenage de la Rouë dans le Pignon.

## A R T I C L E I I.

Où l'on examine la figure de l'Aîle & celle de la dent quand la dent rencontre l'Aîle avant la ligne des centres, & la même avant la ligne des centres.

## T H E O R E M E 5.

## P L A N C H E X L V I I.

## F I G U R E 6. 7. 8.

B G étant le rayon d'une Rouë, & A B le rayon d'un Pignon que la Rouë entraîneroit par sa circonference avec la même force & la même vitesse qu'elle a, & soit une dent C Z qui pousse une aîle A H de Pignon avant la ligne A G des centres, si par le point C où la dent rencontre l'aîle, ou mene une droite O C F perpendiculaire à la dent & à l'aîle, je dis que l'on aura,

1<sup>o</sup>. { La force avec laquelle la circonference B N. entraîneroit la circonference B M du Pignon ou elle engrene infiniment peu, Est à la force avec laquelle la même circonference B M du Pignon tournera le Pignon étant poussé par le point C de son aîle.

Comme  $AB \times DG$  est à  $AD \times BG$ .

2<sup>o</sup>. { La vitesse avec laquelle la circonference B M du Pignon seroit entraînée par la circonference B N, Est à la vitesse avec laquelle tournera la même circonference du Pignon tournera, ce Pignon étant mené par un point C de son aîle.

Comme  $AD \times BG$  :  $AB \times DG$ .

## D E M O N S T R A T I O N.

Soit  $f$  la force &  $v$  la vitesse que la Rouë a au point B par lequel entraîneroit la circonference B M du Pignon ou elle engreneroit infiniment peu,  $f$  sera aussi la force, &  $v$  la vitesse que cette circonference B M recevrait du point B de la Rouë.

Soit F la force & V la vitesse que la Rouë a suivant la direc-



tion F C O, si l'on tire G F & A O perpendiculairement sur O C F, on aura,

$$1^{\circ}. f : F :: F G : B G. \quad 2^{\circ}. u : V :: B G : F G.$$

Enfin soit  $\phi$  la force &  $v$  la vitesse qui résulteroit à la circonférence B M du Pignon, ce Pignon étant poussé F C O avec une force égale F & une vitesse  $= V$ , on aura,

$$1^{\circ}. F : \phi :: A B : A O. \quad 2^{\circ}. V : v :: A O : A B.$$

Mais à cause des triangles semblables A D O, G D F, on a,

$$1^{\circ}. A D : D G :: A O : F G. \quad 2^{\circ}. D G : A D :: F G : A O.$$

Enfin on a aussi,

$$1^{\circ}. D G : A D :: D G : A D. \quad 2^{\circ}. A D : D G :: A D : D G.$$

Multipliant par ordre ces deux suites d'analogie,

$$\text{on aura } \left\{ \begin{array}{l} 1^{\circ}. f : \phi :: A B \times D G : A D \times B G. \\ 2^{\circ}. u : v :: A D \times B G : A B \times D G. \end{array} \right.$$

$$C : Q : F : D.$$

C O R O L A I R E 1.

Fig. 6. Planche 47. Donc on aura,

1<sup>o</sup>.  $f > \phi$  &  $u < v$  quand la perpendiculaire O C F coupera la ligne A G des centres en dedans du Pignon primitif B M.

2<sup>o</sup>. Fig. 7.  $f < \phi$  &  $u > v$  quand la perpendiculaire D C F coupera la ligne A G des centres au dedans de la Rouë primitive B N.

3<sup>o</sup>. Fig. 8. Enfin  $f = \phi$  &  $u = v$  quand la ligne des centres sera coupée par F C O au point B où se touchent les deux circonférences.

C O R O L A I R E 2.

Donc si l'on veut que le Pignon tourne avec une force & une vitesse toujours uniforme comme tourneroit la circonférence B M entraînée par la circonférence B N d'une Rouë ; il faut que la figure de la dent & celle de l'aîle soit telle que la droite B C tirée du point B au point d'attouchement C de l'aîle & de la dent soit perpendiculaire à l'aîle & à la dent.

C O R O L A I R E 3.

Donc le point Q de l'aîle pris dans la circonférence B M & le point R de la dent pris dans la circonférence B N se trouveroient ensemble dans la ligne A G des centres, & que les deux circonférences B M & B N doivent tourner également vite les Arcs B Q.

B R feront égaux , quelque soit la distance du point B aux points Q & R. D'où il suit que si de tous les points de l'Arc B Q on tire des perpendiculaires à l'aîle A Q H, & de tous les points de l'Arc B R des perpendiculaires à la dent R C Z , les perpendiculaires correspondantes seront égales. Car les points correspondant des Arcs B Q, B R passant en même tems par le point B, les perpendiculaires tirées de ces points correspondant à la dent & à l'aîle se confondront dans la perpendiculaire B C, & lui seront égales.

## C O R O L A I R E 4.

Si la dent P R C Z de la Rouë n'est point concavée du côté qu'elle mene la perpendiculaire B C tirée du B sur la dent tombera toujours au dedans du cercle B N qui entraîneroit le Pignon par sa circonference. D'où il suit que la dent R C Z sera entierement dans le cercle B N., au contraire, l'aîle Q C du Pignon sera obligée de sortir du cercle B M pour recevoir la perpendiculaire B C, & pour être menée par la dent R C Z; ainsi le rayon de la Rouë restant toujours de même que si elle devoit entraîner, le rayon du Pignon par sa circonference sans y engrener, le rayon du Pignon qui seroit mené par sa circonference doit augmenter de toute la quantité de l'engrenage quand il sera mené par ses aîles.

## T H E O R E M E 6.

Si l'on veut que le Pignon tourne toujours avec une force & une vitesse égale à celle de la Rouë, les courbures R C Z, Q C H de la dent & de la Rouë doivent être engendrées comme les Epicycloïdes par le même point d'une même courbe génératrice qui roulera au dedans de la circonference B R de la Rouë pour décrire la dent, & sur le convexe de la circonference B M du Pignon primitif pour décrire l'aîle du Pignon.

## D E M O N S T R A T I O N.

1°. Puisque la courbure R C Z de la dent est telle qu'on lui peut mener des perpendiculaires de tous les points de l'Arc B R sans qu'elle se coupe entre B R & Z R, la dent R Z peut être engendrée comme les Epicycloïdes par une courbe qui roulera dans le concave de l'Arc R B.

2°. Puisque l'aîle Q C H du Pignon est aussi telle qu'on lui peut mener des perpendiculaires de tous les points de l'arc B Q sans que ces perpendiculaires se coupent entre Q B & Q C H, il est clair que l'aîle Q C H peut aussi être engendrée comme les Epicycloïdes par une courbe qui roulera sur le convexe de l'arc B Q.

Mais suivant le *Corolaire 3.* du *Theoreme* précédent, les perpendiculaires tirées de tous les points de l'arc B R à la dent R C Z sont égales chacune à chacune aux perpendiculaires tirées de tous les points de l'Arc B Q à l'aîle Q C H.

Donc la dent R C Z & l'aîle Q C H sont engendrés comme les Epicycloïdes par une même courbe qui roulera au dedans de l'arc B R pour décrire la dent R C Z, & sur le convexe de l'arc B Q pour décrire l'aîle Q C H. C: Q: F: D.

C O R O L A I R E 1.

*Fig. 8. Planche 47.* Comme le bout R de la dent & la naissance Q de l'aîle arriveront ensemble au point B, il est évident qu'à cette arrivée ce sera le bout R de la dent qui menera le point Q de l'aîle, & qu'alors le point C se confondra avec les points R & Q dans le même point B, & la perpendiculaire B C qui est le rayon décrivant, l'aîle & la dent deviendra nul. D'où il suit comme dans le *Corolaire 2.* du *Theoreme 2.* que le point décrivant l'aîle & la dent sera le premier point de la courbe génératrice.

C O R O L A I R E 2.

Donc, 1°. La dent R C Z est perpendiculaire sur la circonférence R B N. 2°. L'aîle Q C H est aussi perpendiculaire sur la circonférence B Q M.

C O R O L A I R E 3.

2°. Cette aîle Q C Z ne sçauroit être un arc de cercle; car l'aîle devant être perpendiculaire sur la circonférence B Q M si elle étoit circulaire son centre se trouveroit dans une tangente Q X au point Q de la circonférence B Q M, & on ne pourroit par conséquent pas tirer des perpendiculaires de tous les points de l'arc Q B sur l'aîle; ce qui empêcheroit cette aîle de pouvoir

être engendrée par un mouvement Epicycloïdal demandé pour l'uniformité.

## T H E O R E M E 7.

Si la face R C Z de la dent de la Rouë est une droite tendante au centre de la Rouë, la figure Q C H de l'aîle fera une Epicycloïde qui aura pour courbe génératrice un cercle dont le diametre sera égale au rayon G B de la Rouë.

## D E M O N S T R A T I O N.

Une droite R C Z tendante au centre d'un cercle est une Epicycloïde qui a pour courbe génératrice un cercle dont le diametre est égal au rayon B G du cercle dans la circonference duquel il roule.

Mais l'aîle Q C H doit avoir la même courbe génératrice que la dent droite R C Z.

Donc l'aîle Q C H doit avoir pour courbe génératrice un cercle qui aura pour diametre le rayon B G de la rouë B N, & ce cercle générateur de l'aîle doit rouler sur le convexe de l'arc B Q.

Donc l'aîle Q C H est une Epicycloïde qui a pour courbe génératrice un cercle dont le diametre est égal au rayon B G. de la Rouë. C : Q : F : D.

## T H E O R E M E 8.

Si la dent de la Rouë est un fuseau infiniment délié situé en R dans la circonference de la Rouë, la figure Q C H de l'aîle fera une Epicycloïde qui aura pour courbe génératrice, la Rouë même R B N. . . .

## D E M O N S T R A T I O N.

Le point R regardé comme Epicycloïde peut être conçu comme engendré par un cercle placé dans le cercle R B N de même diametre, dans lequel il ne peut par conséquent rouler, sans quoi il décrirait plus d'un point.

Donc l'aîle Q C H qui seroit mené par ce point R qui represente un fuseau infiniment délié, doit aussi être engendré par un cercle de même diametre que le cercle R B N ou par le cercle R B N lui-même. C : Q : F : D. PROBLEME

PROBLEME II.

Les dents d'une Rouë étant droites & dirigées vers le centre, la distance A G des Pivots ou centres de la Rouë & du Pignon étant données avec le nombre des dents de la Rouë & le nombre des aîles du Pignon trouver le rayon de la Rouë & celui du Pignon.

S O L U T I O N.

Soit  $\left\{ \begin{array}{l} d \text{ le nombre des dents de la Rouë,} \\ a \text{ le nombre des aîles du Pignon,} \end{array} \right.$

Le rayon de la Rouë étant le même que si la Rouë entraînoit simplement le Pignon par sa circonference l'on aura,

Le rayon B G de la Rouë =  $\frac{A G \times d}{a + d}$

Le rayon du Pignon seroit  $\frac{A G \times a}{a + d}$  s'il n'étoit point aîlé ; mais comme il est plus grand que A B de toute la quantité de l'engrenage, il faut avoir recours au triangle A C G.

Comme A C G est connu de  $\frac{360}{d}$  la droite G C finus de son complement sera connu ; & comme la distance A G des Pivots est donnée, le triangle A C G sera parfaitement connu. On conoîtra donc le rayon A C du Pignon qui restoit à trouver.

C : Q : F : D.

C O R O L A I R E

Si le rayon A C du Pignon étant trouvé si l'on en retranche A Q ou A B =  $\frac{A G \times a}{a + d}$  le reste sera la quantité de l'engrenage.

A R T I C L E I I I.

Où l'on examine la figure de l'Aile & celle de la Dent dans le cas où la Dent rencontre l'Aile avant la ligne des centres, & la conduit par-delà la ligne des centres.

Q B H étant un Pignon que la Rouë R B Z entraîneroît par sa circonference.

Si la dent P R O qui rencontre l'aîle A Q R avant la ligne des

centres, ne conduisoit cette aîle que jusqu'à la ligne des centres, on trouveroit par l'Article 2 que la dent R O seroit prise dans la Rouë primitive R B Z, & que l'aîle A Q R fortiroit du Pignon primitif H E Q de toute la quantité de l'engrenage qui se fait dans la Rouë primitive R B Z.

Mais la dent R O doit conduire l'aîle par de-là la ligne A G des centres, & pour que cette conduite se fasse uniformement, la dent C Z doit sortir de la Rouë primitive de toute la quantité de l'engrenage qui se fait dans le Pignon primitif.

Donc, dans le cas où la dent rencontre l'aîle avant la ligne des centres & la conduit au de-là de cette ligne, il faut que les rayons G B, A B de la Rouë & du Pignon primitif qui engreneroient infiniment peu, augmentent l'un & l'autre d'une certaine quantité. Et ces augmentations de rayon sont telles que, 1°. Q K, ou la partie de l'aîle qui sort du Pignon primitif, & R O, ou la partie de la dent prise au dedans de la Rouë primitive, seront tous deux engendrés comme les Epicycloïdes par une même courbe qui roulera sur la partie convexe B Q du Pignon primitif pour décrire la portion Q K de l'aîle, & qui roulera au dedans de l'arc B R pour décrire la portion R O de la dent, comme nous l'avons fait voir dans l'Article 2.

L'autre partie Q A ou H A de l'aîle qui est dans le Pignon primitif, & l'autre partie R P ou Z C de la dent (laquelle portion de dent sort de la Rouë primitive) sont engendrées aussi comme les Epicycloïdes par une même courbe qui roulera dans le concave de l'arc H B du Pignon primitif pour décrire la portion d'aîle H A qui est dans le Pignon primitif, & qui roulera sur le convexe de la circonférence Z B de la Rouë primitive pour décrire la portion de dent Z C qui saille hors la Rouë primitive.

Chaque face ou côté de dent est donc composé de deux Epicycloïdes; la portion R O est engendrée par une courbe qui a roulée dans la concavité de l'arc R B, & l'autre portion R O engendrée par le point de courbe qu'on a fait rouler sur le convexe R E de la Rouë primitive.

Chaque face, comme A Q R, des aîles des Pignons sera aussi composée de deux Epicycloïdes; la partie A Q qui est comprise dans le Pignon primitif sera engendrée, comme les Epicycloïdes, par le point d'une courbe qu'on fera rouler dans l'arc concave Q M, & la portion Q R de la même aîle sera engendrée par un point de la même ou d'une autre courbe qui roulera sur l'arc convexe Q B du Pignon primitif.

Quand on aura déterminé l'angle  $G A Q$  compris entre la ligne des centres & la position  $A Q$  de l'aîle lorsqu'elle est rencontrée par la dent avant la ligne des centres, ou quand on aura déterminé l'angle  $A G R$ , on trouvera par le Problème 2. la quantité  $Q K$  qu'il faut ajouter au rayon  $A Q$  du Pignon primitif pour engrener. Et l'on trouvera par le Problème 1. la quantité  $R P$  ou  $Z C$  qu'il faut ajouter au rayon  $G B$  de la Rouë primitive pour faire aussi l'engrenage. Le Problème suivant éclaircira cette pratique.

P R O B L E M E I I I.

La distance  $A G$  des centres du Pignon & de la Rouë étant donnée avec le nombre des aîles du Pignon & le nombre des dents de la Rouë, la partie  $A Q$  de la face de l'aîle & la portion  $R O$  de la face de la dent étant aussi droite, &  $H Q$  étant donnée à  $B Q$  comme  $m$  est à  $n$  trouver le rayon de la Rouë & celui du Pignon.

S O L U T I O N.

Soit  $\left\{ \begin{array}{l} d \text{ le nombre des dents de la Rouë,} \\ a \text{ le nombre des aîles du Pignon,} \end{array} \right.$   
 On aura  $\left\{ \begin{array}{l} \text{l'Angle } H A Q, \text{ ou l'Arc } H Q = \frac{360}{a} \\ \text{l'Angle } Z G R, \text{ ou l'Arc } Z R = \frac{360}{d} \end{array} \right.$   
 On aura aussi  $\left\{ \begin{array}{l} A B = \frac{A G \times a}{a + d} \text{ rayon du Pignon primitif;} \\ B G = \frac{A G \times d}{a + d} \text{ rayon de la Rouë primitive;} \end{array} \right.$

Puis par hypothese  $H Q : B Q :: m : n$ .

On aura aussi  $Z R : B R :: m : n$ .

Ce qui donnera  $B R$  ou l'angle  $A G R = \frac{Z R \times n}{m} = \frac{360 \times n}{d m}$

Où on connoît  $A G$  on connoît aussi  $K G$ ; car c'est le sinus du complement de l'angle  $A G R$ . On aura donc tout le triangle  $A G K$ , & par conséquent on aura  $A K$  qui est le rayon du Pignon.  $C : Q : F$  1°. trouver.

Il faut maintenant chercher le rayon  $C G$  de la Rouë, puis  $H Q$ .  $B Q :: m . n$ . On aura  $B Q = \frac{H Q \times n}{m} = \frac{360 \times n}{a m}$  & comme l'angle  $H A Q = \frac{360}{a}$  on aura l'angle  $H A G = \frac{360 \times n}{a m} = \frac{360 \times \sqrt{m - n}}{a m}$

Mais  $A G$  est donné, &  $A C$  est facile à trouver, puisqu'il est le sinus de l'angle  $C A G$  pour un rayon  $= A B$ .

Tij

Donc on connoîtra par la trigonometrie le reste du triangle C A G, & par conséquent C G rayon de la Rouë sera trouvé.  
C : Q : F. 2°. trouver.

---

## R E M A R Q U E S

*Sur les trois Articles de ce Mémoire.*

**Q**uoique le Pignon puisse être mené par une Rouë de trois façons différentes, comme je l'ai expliqué dans les trois Articles qui composent ce Mémoire, ces trois manieres ne sont pas également avantageuses.

Quand une dent de Rouë rencontre une aîle de Pignon avant la ligne des centres pour la conduire jusqu'à cette ligne ou au-delà, la dent & l'aîle engrene de plus en plus à mesure qu'elles approchent de la ligne des centres; ce qui a deux inconvéniens.

Premièrement, la Machine se fait plus vîte parce que toutes les ordures sont poussées par la Rouë vers le fond du Pignon, ce qui n'arrive point quand la dent rencontre l'aîle après la ligne des centres.

Secondement, la dent & l'aîle font un frottement rentrant qui les fait arbuter plus ou moins l'un contre l'autre suivant que le frottement est rude, & ce frottement doit être d'autant plus rude que toutes les ordures sont poussées vers le fond du Pignon, & qu'il ne s'en perd point.

Ces deux inconvéniens qui se trouvent dans la conduite de l'aîle par la dent avant la ligne des centres, sont assez considérables pour faire rejeter cette conduite quand on peut faire autrement.

Quand la dent de la Rouë ne rencontre pas l'aîle du Pignon avant la ligne des centres, c'est-à-dire, que la dent ne conduit l'aîle qu'après la ligne des centres, on a les deux avantages opposés aux inconvéniens qui accompagnent la conduite avant la ligne des centres. 1°. Les ordures ne restent point dans le Pignon, la dent les en retire. 2°. Le frottement ne se fait qu'en sortant, & il n'y a point par conséquent d'arbutement de la Rouë contre le Pignon, il y a même un troisième avantage; c'est que l'engrenage est plus considérable, & par conséquent moins sujet à se



perdre ; mais ce dernier avantage devient souvent un inconvénient quand le Pignon a trop peu d'aîles ; il en est même toujours un dans le Pignon de 8 ou 9 , & au-dessous.

L'inconvénient du grand engrenage dans les Pignons de 8 ou 9 & au-dessous, est que la Rouë ne sçauroit engrener dans son Pignon , & que la Machine ne sçauroit par conséquent aller.

La méthode de faire mener l'aîle par la dent en partie avant la ligne des centres & en partie après cette ligne , doit avoir nécessairement les inconvénients de la méthode où l'aîle est menée avant la ligne des centres ; mais ces inconvénients n'y sont pas si considérables , lorsque la dent mène l'aîle en partie avant & en partie après la ligne des centres, elle prend l'aîle plus près de cette ligne que si elle la conduisoit entièrement avant la ligne des centres ; ce qui fait que la dent & l'aîle rentrent moins l'une dans l'autre , elles rentrent plus parallèlement , & rendent par conséquent l'arbutement moins considérable.

Comme de toutes les figures construites à la lime la plane & la droite est la plus facile à exécuter & à reconnoître , il semble qu'on la doit préférer aux autres dans l'Horlogerie quand les Pièces la peuvent recevoir , & comme l'aîle du Pignon la peut recevoir en partie quand elle est menée avant & après la ligne des centres , & qu'elle peut être entièrement droite quand elle n'est menée qu'après la ligne des centres. La méthode de faire conduire l'aîle uniquement après la ligne des centres a encore l'avantage de permettre à l'aîle d'être droite. Mais comme il arrive souvent que la Rouë ne sçauroit engrener dans cette conduite , & qu'il faut sçavoir reconnoître cet inconvénient , on enseigne à le connoître dans le Problème suivant.

#### P R O B L E M E I V.

Trouver si la Rouë peut engrener dans le Pignon quand elle conduit le Pignon après la ligne des centres seulement.

#### S O L U T I O N.

Ayant trouvé l'angle  $CG B$  par le moyen du triangle  $A G C$  dont nous nous sommes servi dans le Problème 1 , si cet angle  $CG B$  est plus petit que la moitié de l'angle  $B G Z$  qui est de 360 divisé par le nombre des dents de la Rouë , l'engrenage sera impossible.

Car la dent C Z cessant de mener l'aîle A H, l'aîle suivant A D & la dent D L arriveront dans la ligne des centres, & les aîles A H, A K feront des angles égaux avec la ligne des centres.

Mais Z C & B L étant des aîles égales & semblables, on aura  $ZQ = BT$ , & par conséquent  $ZGB = QGT$ .

Donc si l'angle C G A est plus petit que l'angle  $\frac{ZGB}{2}$  il fera aussi plus petit que l'angle  $\frac{QGT}{2}$  & par conséquent on aura  $AGL > AGC$ . Et comme  $GC = CL$ , il s'ensuit que G L & par conséquent la dent D L coupera A K ; ce qui empêchera l'engrenage.

C:Q:F:T.

## C H A P I T R E,

Sur la figure des Dents des Rouës, & des Aîles des Pignons,

Par Monsieur ENDERLIN.

**L**A denture étant la partie la plus essentielle de l'Horlogerie, j'ai crû qu'après les principes que l'on vient de donner de M<sup>r</sup> Camus, il ne seroit pas inutile de rapporter ici les idées du S<sup>r</sup> Enderlin, qui sont démontrées d'une façon à être entendues de plus de personnes. Les varietés qu'il a reconnu parmi les Horlogers pour la denture, l'a engagé à chercher le vrai ; car les Allemands veulent des Pignons à lenterne, les François forment les Aîles en grain-d'orge, les Anglois font des Pignons efflanqués, c'est-à-dire, des Aîles toutes plates sur les côtés, & très-maigre vers le centre : enfin on n'a point eu jusqu'ici de regle sûre. Le Ministre *Leutman* a enseigné à tracer la forme des dents & des aîles avec leurs ouvertures, profondeur & arondissement ; mais tout le monde convient que l'on ne peut guères s'en tenir à ce qu'il en dit. Un second Traité traduit d'Anglois en Allemand, qui a aussi parlé sur cette matiere, est dans le même cas, on ne peut non plus s'y arrêter. Voici les voyes dont l'Auteur de cette Méthode s'est servi pour parvenir à ce qu'il a trouvé.

Il faisoit d'abord des Pignons de 6 de cuivre mince d'environ 3 pouces de diametre, & des portions de Rouës qui n'avoient

que 3 ou 4 dents, & d'un diametre proportionné à celui du Pignon; il attachoit l'un & l'autre sur une planche bien unie, & autour de chaque centre il décrivait des cerceles qu'il divisoit en parties égales, celui du Pignon en 36 parties, & celui de la Rouë qu'on supposoit être de 48 dents, en 288 parties aussi égales, de maniere qu'il avoit par ce moyen chaque distance des aîles & des dents divisée en 6 parties, de cette maniere il regardoit chaque dent avec son aîle de Pignon comme deux Leviers, qui devoient agir l'une sur l'autre avec forces égales, par conséquent chacun en son particulier doit avoir une vîtesse égale depuis le commencement de l'action jusqu'à la fin, qui est le tems qu'une autre dent vienne à rencontrer un autre aîle, ou pour mieux dire, jusqu'à ce que le Pignon aye  $\frac{6}{72}$  & la Rouë  $\frac{6}{288}$ , chacun dans son cercle. Ainsi avec beaucoup de patience il parvenoit à former des dents qui menoient le Pignon avec une vîtesse à peu près égales; mais voyant que ces dents avoient une certaine courbure, il jugeoit que ce ne pouvoit être que le roulement d'un cercle sur un autre. Voici comme il le prouve.

## P L A N C H E X L V I I I.

*Fig. 1.* Si le cercle B D que l'on suppose le Pignon, roule sur l'arc A C partie d'une Rouë, le point O vers B décrira la ligne courbe *o m r E*. Car suposant la Rouë de 5 pouces de diametre faite comme une Poulie ou Rouleau, & le diametre du Pignon de même, de façon qu'il puisse faire quatre tours en roulant autour de la Rouë; on pourroit le faire de toute autre grandeur; mais pour se fixer on s'arrête à une Rouë de 24 avec un Pignon de 6, on divise donc la circonference de la Rouë en 24, & celle du Pignon en 6; chacune de ces divisions peuvent encore être sous-divisées, comme dans cette exemple où ils sont en 4, & qui font 96 parties pour la Rouë & 24 pour le Pignon. Si le Pignon fait un demi tour sur l'arc A C de la Rouë, chaque division des deux circonférences se doivent rencontrer jusqu'à ce que le point I D soit parvenu au point I F de l'arc A C.

Ainsi pour décrire cette courbe sur le papier l'on suppose la ligne O B I F aussi longue que la ligne O B I D, chacune contenant les 12 divisions, l'on commence par tracer des arcs de cercle paralleles à l'arc A C en commençant de la division 12 jusqu'en *a*, & puis *11 b*, *10 c*, *9 d* & *a*, ensuite on tire des rayons du centre

de la Rouë entre  $oB$  &  $1F$ , de  $12$  à  $1$  sur l'arc  $12a$ , & puis  $112$  sur l'arc  $11b$ , ainsi de suite de toutes les divisions; ce qui étant fait on prend avec le Compas sur chaque arc ou le diamètre  $BD$  le coupe, & prend la distance ou longueur de ce même arc jusqu'au point de la division qui y répond sur la circonférence du Pignon, & l'on transporte cette même distance sur les mêmes arcs où les rayons les touchent, comme, par exemple, la distance  $n9$  est transportée depuis le rayon  $4$  jusqu'à  $m$ , ainsi de tous les autres; ces points ainsi transportés donneront la courbe  $omrE$  qui est le chemin que feroit le point  $o$  s'il se mouvoit avec  $BD$  en roulant sur  $AC$ .

L'on suppose à présent que  $AC$  &  $BD$  se meuvent chacun sur leurs centres, que les deux circonférences soient près l'une de l'autre, & que la courbe  $omrE$  soit attachée sur  $AC$ , & touche le point  $o$  fixé sur  $BD$ , il est clair qu'en faisant tourner  $AC$ , la courbe fera mouvoir & tourner  $BD$  avec une force & une vitesse égale jusqu'à ce que  $BD$  ayant fait un demi tour pour se rencontrer avec  $D$  en  $F$ , par conséquent cette courbe doit être la bête de la forme de la denture.

Il est à remarquer que cette courbe n'est employée qu'en partie suivant que le Pignon est de haut nombre; car si c'étoit un Pignon de  $24$  ce ne seroit que depuis  $o$  jusqu'à l'endroit où l'arc  $12a$  coupe la courbe. Pour un Pignon de  $12$  ce sera depuis  $o$  jusqu'à l'arc  $11b$ ; pour un Pignon de  $8$ , depuis  $o$  jusqu'à  $10c$ , &c. & pour un Pignon de  $6$ , depuis  $o$  jusqu'à l'arc  $9d$  au point  $m$ , &c. Cela étant ainsi posé, l'on peut employer des Pignons de toutes sortes de figures, parce que la denture aura une forme composée de la figure de l'aîle du Pignon & de cette courbe. Il s'agit seulement de voir laquelle sera la plus convenable pour faire un engrenage constant.

Il faut premièrement regarder les aîles d'un Pignon sans aucune étendue, c'est-à-dire, qu'il faut imaginer que les aîles ne soient que des points insensibles posés sur la circonférence vraie du Pignon de la même manière que l'on a supposé le point  $o$  du Pignon précédent  $BD$ , alors la forme de la denture sera une partie de la courbe qui sera un Epicycloïde.

En second lieu, on peut se figurer un Pignon dont les aîles sont composées de points depuis la circonférence jusqu'au centre, & feront des lignes droites, alors la dent perdra la figure d'Epicycloïde, & la courbe deviendra composée, comme on le verra dans la *Figure* suivante.

*Fig.*

*Fig. 2. Planche 48.* La portion de l'Epicycloïde  $o m r$  étant posée sur l'arc  $AC$ , l'on prend la distance d'une dent de la Rouë qui est la  $24^e$  partie de la circonference de cette distance, l'on tire les rayons  $oc$  &  $ab$  jusqu'au centre du Pignon qui est l'arc  $cb$ , ensuite on prend avec le Compas la distance  $co$  qui est le demi diamettre du Pignon ou la longueur de l'aîle. Avec cette ouverture on pose une jambe au point  $b$  pour faire avec l'autre jambe la petite marque  $m$  sur l'Epicycloïde, de même dans d'autre point à volonté comme  $g e f d$  jusqu'au dernier  $co$ , de tous ces points l'on tire des lignes jusqu'aux petites marques qui coupe la portion d'Epicycloïde. Ces lignes droites representent autant de situation differente de l'aîle du Pignon depuis le commencement de son engrenage jusqu'à la fin d'une dent à l'autre. La figure de la dent ne peut donc plus être une Epicycloïde, parce qu'elle meneroit le Pignon avec trop de vitesse à la fin de chaque engrenage, mais ce sera une courbe suivant la figure interieure  $o h i$  qui est composée de toutes ces lignes droites & de l'Epicycloïde, & la difference de l'une & de l'autre est  $k l$ .

Il faut remarquer dans cette sorte d'engrenage que le Pignon conserve son diamettre vrai, & qu'il n'y a que la Rouë qui excède de la hauteur de la courbe ou dent  $ac$ . Cet excédant sera plus ou moins suivant que le Pignon sera haut ou bas de nombre, comme on le peut voir à la dent  $ts$  par les lignes ponctuées  $qp, sn$ .

Secondement, que l'engrenage commence lorsque le pied de la dent & l'aîle se trouve juste sur la ligne  $B$  qui est tirée des deux centres de mouvement de la Rouë & du Pignon, & que par rapport à cela quand même on voudroit donner quelque épaisseur à l'aîle, la denture ne le pourroit souffrir, parce que la pointe  $l$  qui est le dernier attouchement sur l'aîle empêche de l'autre côté l'entrée de cet épaisseur; ce qui n'a cependant lieu que pour les Pignons de 6; car quand un Pignon seroit de plus haut nombre, alors il employeroit un moindre espace sur la courbe de la dent, comme de  $t$  en  $q$  ou  $s$ , & il resteroit du vuide au pied de la denture comme les courbes ponctuées  $qp$  &  $sn$  le font voir.

A présent sans cependant vouloir établir une regle générale, quand même on auroit un avantage égal avec le Pignon de 6 comme avec les autres de plus haut nombre, un semblable engrenage seroit très-défectueux dans la pratique, parce que la courbe de la dent fait un trop grand angle avec l'aîle du Pignon au commencement de l'engrenage, & il seroit impossible de pou-

voir faire le tout avec assez d'exactitude & de justesse; car pour peu que la pointe d'une dent soit plus courbée ou émoullée par l'usé, la Rouë avanceroit trop à la fin de l'engrenage, & l'aîle s'opposeroit pour l'entrée à la rencontre d'une autre dent; ce qui causeroit un arrêt, ou du moins empêcheroit la liberté nécessaire à un semblable mouvement.

Nous allons présentement parler du Pignon à *Lanterne* que l'on peut regarder comme le plus ancien qui ait été en usage dans toutes sortes de Machines.

*Fig. 3. Planche 48.* Ayant posé l'Épicycloïde *or* sur l'arc *A C*, on décrit des cercles égaux à la grosseur des Fuseaux du Pignon dont les points de l'Épicycloïde seront les centres, ensuite on menera une ligne *a b c* qui touchera tous ces cercles vers la concavité de l'Épicycloïde; cette ligne fera la courbe de la denture.

On peut prendre la grosseur de ces Fuseaux à volonté, il faut seulement faire ensorte que la denture devienne à peu-près autant pleine que vuide; car la pointe de la dent *d* ne sert à rien, puisque la dent *e* commence son engrenage, on peut vuider la denture davantage, & approcher de la ligne ponctuée *f g*.

Dans cet engrenage le commencement de l'attouchement de la dent avec l'aîle doit se faire dans le tems que le centre de l'aîle se trouve juste sur la ligne *B* tirée des deux centres de la Rouë & du Pignon.

A bien considerer, cet engrenage ne paroît pas défectueux quoique l'on puisse dire des Pignons à Lanterne ou ceux que l'on fait en rose, dont les côtés de l'aîle sont suivant la direction de la ligne *k*. Le plus grand inconvénient est que la dent passe sur une petite partie circulaire du Fuseau du point *b* au point *i*; ce que l'on évite en partie dans les Pignons eslanqués par la ligne *m*, ce qui fait que le frottement devient d'autant moindre, qu'une ligne droite de *b* en *i* est plus courte qu'une ligne circulaire: cette différence se réduit à bien peu de chose: Nous allons présentement passer aux Pignons eslanqués que l'on préfère aux autres.

*Fig. 4.* Les aîles des Pignons eslanqués sont composés du cercle & de la ligne droite que l'on fait ici partir du centre du Pignon, faisant une tangente avec le même cercle. Il y a des Horlogers qui ne les dirigent pas tout-à-fait au centre, ce qui donne un Pignon moins vuide dans le fond & une denture plus courte; mais tout cela ne fait rien pourvu que les dents soient bien formées suivant les aîles.

Pour avoir la forme de cette denture , l'on pose comme ci-devant la portion d'Epicycloïde  $or$  sur l'arc  $AC$  , après cela prenant avec le Compas la longueur de l'aîle depuis le centre du Pignon jusqu'à la circonference vraie & avec une jambe du Compas l'on marque des points  $bgec$  , de même qu'on a dit que dans la *Figure 2.* de ces points. Avec l'ouverture du Compas l'on en marque d'autre sur l'Epicycloïde , & sur lesquels , comme centre , l'on trace des cercles comme dans la *Figure 3.* Suivant l'épaisseur de l'aîle & des cercles l'on tire des tangentes jusqu'aux points  $bgefc$ . Celle du cercle  $o$  répond à  $c$  , & celle de  $a$  répond à  $b$  , ainsi des autres ; de sorte qu'une ligne qui toucheroit toutes ces tangentes seroit la courbe de la dent qui n'est plus parallele à l'Epicycloïde , mais plus courbée vers  $d$ .

On voit par ces figures que plus le Pignon est maigre , & plus la denture devient forte ; car sans cela le Pignon ne pourroit pas être mené de sa sixième partie sans que l'aîle ne fasse un accotement sur la dent où il doit entrer. Il s'agit presentement de savoir lequel de ces deux Pignons est le meilleur du plein ou du vuide.

On dira peut-être que le plein a beaucoup de frottement en rentrant , parce que la moitié de l'épaisseur de son aîle est trop éloignée de la ligne droite tirée des deux centres , & que par rapport à cela la dent parcourt une plus grande partie circulaire avant que de venir sur la ligne droite de l'aîle ; ce qui ne se fait pas tant sur l'aîle vuide : aussi convient-on de cela ; mais la courbe de la dent du Pignon vuide est plus longue , d'où il suit que le frottement est compensé , outre que dans le Pignon vuide la pointe de la dent agit plus que dans l'autre , par conséquent plus sujet à s'user. C'est pourquoi le Pignon à Lanterne doit être préféré surtout pour les gros ouvrages , parce que l'engrenage est plus constant pour ces deux raisons. 1°. Parce que la pointe de la dent agit moins que dans le Pignon plein efflanqué. 2°. La courbe de la dent est plus droite sans prendre garde à ce petit frottement qui se fait autour du Fuseau.

Dans la *Figure 5.* on a representé les différentes courbes de ces dentures contre une ligne  $yx$  qui partageroit la dent en deux moitiés. La ligne 1. 7. est l'Epicycloïde pour agir sur un Pignon dont les aîles ne feroient que des points. 2. 7. sera pour le Pignon à lignes, 3. 6. pour le Pignon maigre , 3. 5. pour le Pignon à Lanterne , & 4. 5. pour le Pignon plein efflanqué.

Dans tous ces différens engrenages les courbes des dents ne commencent que sur la circonférence vraie de la Rouë qui est toujours marquée par l'arc *A C*.

Ces derniers Pignons ont de l'excédent au-delà de leurs diamètres vrais comme le Pignon à Lanterne, & cela d'autant que la circonférence vrai de la Rouë est éloignée de celle du Pignon à l'extrémité de l'épaisseur de l'aîle, ainsi que l'on le voit dans l'aîle *b*, le reste peut être ôté comme en *i* ou *k*, parce que ce reste de la partie circulaire ne sert à rien, puisqu'il n'agit pas contre la dent.

Il faut remarquer que si on augmente le nombre des dents de la Rouë, & le nombre des aîles à proportion que la même portion d'Epicycloïde reste toujours pour bâte de la figure de la denture, & de même les diamètres vrais de la Rouë & du Pignon; mais si l'on veut garder la grandeur & le nombre de 24 dents pour la Rouë & y faire engrener un Pignon de 8 ou de 12, alors le diamètre vrai du Pignon devient aussi plus grand, par conséquent son roulement sur la circonférence vrai de la Rouë décrira une autre Epicycloïde moins courbe que celle du Pignon de six. Voyez la *Figure* suivante.

*Fig. 6. Planche 48.* Quand la circonférence d'un Pignon de 8 est posée sur l'arc *A C*, elle décrira en roulant dessus l'Epicycloïde *or*, & la courbe pour la dent se trouveroit en *a* de la même maniere que l'on l'a expliqué ci-devant pour les Pignons de 6.

On voit par cette *Figure* que la dent *b* ne fait pas un si grand angle avec l'aîle *f* comme feroit un Pignon d'un plus bas nombre, parce que la dent *i* commence déjà son action sur l'aîle *g*, cela fait que ces dents n'employent pas toutes leurs longueurs de courbe, & que les pointes peuvent être abbatuës pour les avoir un peu rondelées par les bouts, comme je l'ai marqué sur les dents *e i b*; ainsi plus un Pignon est de haut nombre, plus la denture devient courte & ronde; mais le côté agissant, si petit qu'il soit, doit toujours être une partie de la courbe produite par l'Epicycloïde.

### *Sur la Denture d'une Rouë de Champ.*

Les dents d'une Rouë de Champ sont posées sur un plan droit; c'est pourquoi il faut les considérer comme étant rangées l'une à côté de l'autre sur une ligne droite, & la courbe que décrit un cercle en roulant sur cette ligne s'appelle *Cycloïde*.



*Fig. 7. Planche 48.* La maniere de tracer cette Cycloïde est la même que celle de l'Épicycloïde, la différence est seulement qu'il faut une ligne droite A C au lieu de l'arc de cercle ci-devant. La forme de la denture ne diffère pas beaucoup de celle d'une Rouë plate ; cependant il y en a une, & la dent *a* ne fait pas un si grand angle en sortant de dessus le côté de l'aîle *b*.

Les courbes de la denture ne produisent point ici de circonférence excédente sur la vraie comme aux autres Rouës, parce que les dents d'une Rouë de Champ sont posées à angles droits sur la circonférence vraie, & le Pignon n'en a pas tant non plus par rapport à la ligne droite A C.

### *Sur les Pignons qui menent.*

Dans le mouvement d'un Pignon qui doit mener une Rouë, il convient que ce soit l'aîle du Pignon qui aye la figure courbe, & pour cela faire c'est la Rouë qui devient cercle générateur pour l'Épicycloïde en roulant autour du Pignon ; au reste la maniere de la décrire est semblable à l'autre.

*Planche 40. Fig. 8.* Ayant donc posé le diamettre vrai du Pignon B sur l'arc A C, on y tracera l'Épicycloïde *or* sur laquelle on décrira les petits cercles avec les lignes comme ci-devant, mais ici suivant l'épaisseur des dents de la Rouë ; ce qui étant fait on aura la courbe *a* pour la forme de l'aîle du Pignon.

La courbe qui mene & qui forme l'engrenage augmente d'autant plus le diamettre vrai, c'est pourquoi un Pignon qui mene est toujours plus gros qu'un Pignon qui est mené.

Ces sortes de Pignons ne sont pas toujours nécessaires sur tout dans des mouvemens lents pour des cadratures. C'est pourquoi les anciens Horlogers qui ont employés des Pignons à Lanterne ne sont point à blâmer. La commodité de ces Pignons à Lanternes abrége même quelque fois de l'ouvrage, parce que l'on en peut faire de nombre aussi bas que l'on veut jusqu'à 1, ayant le Fuseau limé au bout d'un Pivot de tige un peu gros suivant le Pignon.

### *Sur une Vis-sans-fin qui doit mener une Rouë.*

Le filet d'une Vis-sans-fin peut être regardé comme une dent ou comme une aîle de Pignon, suivant qu'elle est employée pour mener ou pour être menée ; ainsi elle doit être formée suivant les

mêmes loix que les Pignons. On commencera par celle qui mene, dont voici la *Figure*.

*Fig. 9. Planché 40.* Sur la ligne B D parallele à l'axe de la Vis-fans-fin on fait rouler l'arc A C pour décrire une Cycloïde, laquelle servira avec la figure de la dent de la Rouë à décrire ou former la courbe que doit avoir le filet de la Vis du côté où il agit.

Comme la Rouë est grande & que la dent ne fait pas un grand angle avec ce côté, il arrive que cette courbe n'est pas bien considerable; mais il le seroit si la Rouë n'étoit que de 6 ou 8 dents comme un Pignon; alors elle deviendroit comme la denture d'une Rouë de Champ qui engreneroit dans un Pignon de 6 ou de 8 pour le mener; car au reste c'est la même chose, puisque la Vis ne fait point d'autre action que feroit une Cramailere, qui étant poussée de B en D ou de D en B feroit mouvoir la Rouë A C; c'est pourquoi la figure de ces dents posées sur B D peuvent aussi servir pour une Rouë de Champ qui meneroit un Pignon semblable à la Rouë A C. Ces dents posées sur la ligne B D n'ont pas besoin d'engrener si profondement dans les dents de la Rouë, parce qu'elles n'employent pas une grande longueur de courbe, comme on l'a déjà remarqué en parlant de l'engrenage des Pignons de haut nombre; ainsi on peut les racourcir jusqu'à la ligne ponctuée *n*, ou même davantage.

### *Sur les Vis qui sont menées.*

C'est tout le contraire pour les Vis-fans-fin qui sont menées par une Rouë; car les courbes se devant trouver sur les dents de la Rouë, la ligne B D doit se développer ou rouler sur l'arc A C qui sera la bête pour décrire une Epicycloïde, de laquelle on formera la courbe de la dent suivant la forme que l'on donne au filet de la Vis qui peut être comme une aîle de Pignon.

Si cette Rouë est très-petite, par exemple, de 6 ou de 8, les dents seront comme les aîles d'un Pignon qui serviroit à mener & à faire mouvoir une Rouë de Champ.

### *De l'usage des Vis-fans-fin.*

Les Vis-fans-fin ne sont pas en général si propres à employer que des Pignons; cependant il y a des cas où elles le sont, & où

elles abrègent beaucoup d'ouvrage, sur-tout dans les Machines pour élever ou pour attirer de grands fardeaux ; c'est précisément dans ces sortes de Machines ou il faut que les filets , ou pas de Vis, soient bien formées pour résister aux efforts qu'elles rencontrent & pour être menée avec plus de douceur.

Dans l'Horlogerie leurs meilleurs usages est de mener des Rouës d'un mouvement lent pour des cadratures ou spheres mouvantes. Dans des tournebroches pour les volans , parce qu'ils ne font pas tant de bruit que des Pignons , de même pour les tableaux mouvans ; rouages de carillons , &c. Pour produire ces sortes d'effets il est nécessaire que les pas des Vis soient beaucoup inclinés, sans cela elles ne marcheroient qu'avec peine par rapport que le frottement résisteroit d'autant plus que l'inclinaison en seroit moindre. C'est pourquoi on les fait ordinairement à deux filets en donnant aussi le double du nombre des dents à la Rouë ; ce qui ne seroit pourtant pas nécessaire si on formoit bien la denture par une Vis simple.

### *Sur la grosseur des Pignons.*

Voici plusieurs manieres de trouver la grosseur de son Pignon par rapport à la Rouë.

#### *P R E M I E R E M A N I E R E.*

*Fig. 10. Planche 40.* L'on prend avec un Compas le diametre vrai de la Rouë que l'on pose trois fois sur une ligne droite de *a* en *b*, de *b* en *c* & de *c* en *d*, ensuite l'on divise une de ces trois parties en 7, & l'on pose ce septième de *d* en *e* pour allonger cette ligne ; ainsi *a e* fera égale à la circonference de la Rouë, car le diametre est à la circonference à très-peu près comme 7 est à 22.

Ensuite on divise cette ligne *a e* en autant de parties égales que le Pignon doit faire de tour pendant une révolution de la Rouë. L'on suppose 6 tours & *a f* la sixième partie de *a e* que l'on sous-divise en 22 autres parties, dont on en prend 7 qui sera le diametre vrai du Pignon exprimé par *a g*.

#### *S E C O N D E M A N I E R E.*

*Fig. 11. Planche 40.* L'on divise la circonference vraie de la

Rouë en autant de parties que le Pignon doit faire de tours dans un tour de la Rouë ; ainsi la sixième partie donne l'arc  $ab$  qu'il faut réduire en ligne droite. En cette sorte, on prend avec un Compas les deux cordes  $ac$  &  $cb$  de l'arc que l'on pose sur une ligne droite de  $d$  en  $e$  & de  $e$  en  $f$ , ensuite l'on prend la corde entière  $ab$  que l'on pose sur cette ligne de  $d$  en  $g$ , après quoi l'on divise la distance  $fg$  en trois parties, & on ajoute une de ces parties de  $g$  en  $h$ , la ligne  $dh$  fera à peu-près égale à l'arc  $ab$ , on divise cette ligne en 22 parties égales, 7 de ces mêmes parties donneront le diamettre du Pignon.

## T R O I S I E' M E M A N I E R E.

Il faut diviser le diamettre vrai de la Rouë en autant de parties égales que le Pignon doit faire de tours, une de ces parties fera à peu-près le diamettre vrai du Pignon. La pratique enseignera de combien il le faut laisser plus gros pour son diamettre apparent.

## Q U A T R I E' M E M A N I E R E.

Il se trouve quelque fois des nombres qui ne font pas faire au Pignon des tours entiers dans une révolution de la Rouë. C'est pour cela que ces divisions du diamettre de la Rouë deviendroient embarrassantes quand il faudroit y faire entrer les fractions qui restent.

*Fig. 12. Planche 40.* Ayant donc une Rouë d'un nombre quelconque pour laquelle on veut sçavoir le diamettre vrai d'un Pignon aussi à volonté, mais que l'on suppose de 7 aîles, l'on trace sur cette Rouë fenduë, arrondie ou non, un cercle comme si c'étoit son diamettre vrai, & sur le milieu d'une dent l'on marque un point  $o$ , de-là on compte autant de dent que le Pignon doit avoir d'aîles, c'est-à-dire, 7 dents depuis  $o$  jusqu'en  $7$ , l'on divise cet arc en trois parties égales de  $o$  en  $a$ , de  $a$  en  $b$  & de  $b$  en  $7$ ; une de ces parties sera fort approchante le <sup>vrai</sup> diamettre du Pignon que l'on laisse un peu plus gros, parce que l'on peut toujours le diminuer à mesure que l'on le finit, & que l'on l'éprouve avec les dents de la Rouë. Si on veut diviser l'arc  $o7$  en six parties, on approchera de plus près, & une de ces six parties sera le demi diamettre du Pignon.

Ces deux dernières manieres sont les plus utiles pour un Horloger  
s'il

s'il n'a pas d'Outils ou de Machines exprès & plus justes pour ces fortes d'operations. L'on pourroit en imaginer un , mais ce seroit du tems perdu , sur-tout pour les ouvrages en petit ; en tout autres cas mêmes il faudroit , pour qu'un tel Outil fut Universel, que tous Horlogers eussent la main également sûre pour former leurs dentures sur un même système ; ce qui ne fera jamais.

## C I N Q U I E' M E M A N I E R E.

C'est par le moyen du Compas de proportion qu'on opere dans cette méthode ; on se sert de la ligne des parties égales. Voici la figure d'un Compas de proportion qui donne en même tems l'ouverture de l'angle que doit avoir une Lime à eslanquer un Pignon de tel ou de tel nombre.

*Fig. 13. Planche 40.* On ne s'amusera point ici à décrire le Compas de proportion ; c'est l'Instrument de Mathématique le plus connu , on dira seulement que celui-ci differe des autres en ce que au lieu d'une Charniere pour l'ouverture des deux Lames de cuivre dont il est composé , on les joint ici par une Coulisse afin d'avoir une ouverture jusqu'au centre ; ce qui sert à l'usage que l'on en fait pour les Limes à Pignons.

Comme il ne s'agit ici que des lignes des parties égales , on ne s'est arrêté qu'à marquer celle-là sans s'embarasser des autres lignes qui sont sur le Compas de proportion ordinaire.

La longueur & le nombre des parties de division sont arbitraires, pourvu qu'elles soient divisées en parties bien égales & avec toute la précision possible. Ce Compas ainsi construit on s'en sert de la maniere suivante. Par exemple , on a une Rouë de 120 dents d'une certaine grandeur , l'on prend avec un Compas ordinaire à peu-près le diamettre vrai de cette Rouë , & l'on ouvre le Compas de proportion jusqu'à ce que chaque jambe du Compas ordinaire se trouve dans les deux points de 120 , cet Instrument en cette ouverture montre en même tems les diametres de tout autre nombre pour convenir avec la Rouë de 120 ; car la ligne *a* de 10 en 10 seroit le diamettre vrai d'un Pignon de 10 ; & la ligne *b* seroit le diamettre d'un Pignon de 15 , ainsi de suite pour tout autre nombre.

Il en est de même pour prendre la grosseur du Pignon pour la Rouë , on peut prendre aussi le diamettre de la Rouë pour convenir avec un diamettre donné du Pignon en prenant avec le

Compas ordinaire le diamettre du Pignon, & en ouvrant le Compas de proportion, &c. jusqu'à ce que les deux jambes se trouvent de côté & d'autre dans ces points de division du nombre des aîles que le Pignon doit avoir, alors tous les autres nombres ont les distances entre eux pour les diamettres des Rouës de differens nombres.

Si deux points sont donnés pour la distance des trous dans lesquels les Pivots doivent rouler pour une Rouë & un Pignon, on peut également sçavoir par le Compas de proportion les diamettres de l'un & de l'autre. Par exemple, dans ces deux points donnés, on veut avoir une Rouë de 120 avec un Pignon de 21, l'on compte les 120 & 21 ensemble qui font 141, & avec le Compas ordinaire l'on prend la distance des deux points pour ouvrir le Compas de proportion jusqu'à ce que les deux jambes du Compas commun se trouvent dans les points de division de 141 de côté & d'autre, alors laissant le Compas de proportion dans cette ouverture l'on prend avec l'autre Compas la distance de 120 pour le diamettre de la Rouë & celle de 21 pour le Pignon, ainsi de tous les autres.

*Pour les Limes à Pignons.*

Le Compas de proportion est garni d'une portion de cercle divisé en degrés jusqu'à 60 qui font la sixième partie du cercle entier, on peut marquer à côté de ces divisions les angles d'une 6<sup>e</sup>, 7<sup>e</sup> & 8<sup>e</sup>, &c. suivant les nombres des Pignons, alors on est le maître de fermer le Compas comme on le juge à propos suivant les degrés d'épaisseur que l'on veut donner à l'aîle. Par exemple, l'on trouve que l'aîle d'un Pignon de 6 seroit trop foible à 7 degrés, & que l'on veut lui en donner 12, l'on met la jambe *b* sur 60 degrés qui fait justement l'angle d'un Pignon de 6, & on rapproche la jambe *b* de 12, les 48 restant donneront l'angle de la Lime qui doit former le Pignon, de façon que l'aîle conservera 12 degrés de force, mais il faut que cette Lime remplisse exactement l'angle des deux jambes sans baloter, & plus on veut faire le Pignon petit, plus la Lime doit avancer contre le centre du Compas.

On mettra les divisions des angles sur les degrés suivans.

Pignon.	Degré.	Pignon.	Degré.	Pignon.	Degré.	Pignon.	Degré.
6	60	7	$51\frac{3}{7}$	8	45	9	40
10	36	11	$32\frac{8}{11}$	12	30	13	$27\frac{9}{13}$
14	$25\frac{2}{7}$	15	24	16	$22\frac{1}{2}$	17	$21\frac{3}{17}$
18	20	19	$18\frac{12}{19}$	20	18		

J'ai rédigé cette théorie sur les Lettres du Sr Enderlin & sur celles de Mr son Pere, avec lequel il correspondoit.

## DEMONSTRATIONS

De l'Echappement à Rouë de Rencontre,

*Par Monsieur SULLY.*

P L A N C H E X L I X.

**O**N appelle Echappement dans le mouvement d'une Montre l'action des dents de la Rouë de Rencontre sur les Palettes du Balancier.

Dans tout l'ouvrage de la Montre de même que de la Pendule, il n'y a rien qui demande tant de jugement dans la théorie, ni tant de délicatesse dans l'exécution que la partie dont on va faire ici l'examen. La diversité des méthodes que suivent même les plus excellens Horlogers dans cette partie de leurs ouvrages, semblent indiquer qu'il n'y a point encore de théorie immuable établie là-dessus, comme il seroit pourtant à souhaiter qu'il y en eût.

Tout l'artifice de cette operation consiste principalement en trois choses qui doivent avoir de justes proportions entre elles; sçavoir, le degré de la profondeur de l'engrenage de la Rouë de Rencontre, la figure de sa denture, & les degrés d'ouverture des Palettes; on examinera premierement qu'elles sont ces proportions, & l'on tâchera ensuite de réduire les regles générales que l'on aura établies à la pratique particuliere.

## P R E M I E R E P A R T I E.

*Sur le degré de la profondeur de l'engrenage de la Rouë de Rencontre sur les Palettes.*

Par tout où il y a des extrêmes, il y a un juste milieu, qu'on ne peut souvent bien connoître qu'en examinant les inconvéniens des extrêmes de côté & d'autre; on suivra cette méthode pour découvrir les proportions que l'on cherche.

Dans l'engrenage de la Rouë de Rencontre sur les Palettes, il peut y avoir trop ou trop peu de profondeur.

Où l'engrenage est trop profond, les Palettes deviennent trop étroites, le branle des vibrations trop grands, & par conséquent les tems des vibrations trop sujets aux changemens par les moindres accidens, le Balancier trop sujet aux barremens par les moindres secouffes & la force de l'action de la Rouë de Rencontre, plus changeante sur les Palettes dans ces différentes situations de la Montre, le jeu des Pivots du Balancier dans leurs trous ayant un plus grand rapport au petit Levier d'une Palette étroite qu'à celui d'une plus grande.

Lorsque l'engrenage n'est pas assez profond sur les Palettes, le triangle des vibrations est trop petit pour donner de la sensibilité au Ressort Spiral. La Rouë de Rencontre agissant sur un plus grand bras de Levier d'une Palette trop large demande un Balancier plus pesant pour faire équilibre à son Ressort, & cette plus grande pesanteur du Balancier est accompagnée de deux inconvéniens; sçavoir, de plus grands frottemens sur les Pivots, & plus de risque à être cassés par des secouffes auxquelles les Montres sont sujettes.

*Sur la figure de la denture de la Rouë de Rencontre.*

La direction de la ligne que forme les faces de la denture de la Rouë de Rencontre est la partie la plus importante de sa figure. Cette ligne forme ordinairement un angle avec l'axe de la Rouë, & c'est ce qu'elle doit faire: mais comme cet angle n'est pas déterminé, on le fait quelquefois trop grand & quelquefois trop petit. L'angle trop grand rend les dents trop foibles, & il n'y a nul avantage. L'angle trop petit laisse à la vérité plus de force



aux dents , mais n'est pas moins pour cela une des plus grandes fautes qu'on puisse commettre dans l'Echappement. En voici l'inconvénient.

Supposant que les Palettes forment entre elles un angle droit , que la face de la dent ne forme avec l'axe de la Rouë qu'un angle de dix degrés d'un grand cercle que l'on suppose divisé à l'ordinaire en 360 degrés , & que le branle des vibrations ne soit que d'un tiers du cercle ou de 120 degrés , ce qui est le moindre qu'on peut supposer ; il arrivera même dans ce cas que vers la fin de chaque vibration , les bords des Palettes porteront contre les faces des dents , qui venant par ce moyen à agir subitement sur un bras de Levier deux à trois fois plus grand que celui sur lequel les pointes des dents agissoient l'instant auparavant , rendent ainsi en même raison le Balancier plus susceptible des inégalités des premières puissances.

Et lorsque l'angle de vibration devient , en le diminuant , à peu-près égal à la somme des angles des deux dents , opposée de la Rouë de Rencontre & celui des Palettes , c'est-à-dire , à 110 degrés , ou ce qui est la même chose lorsqu'à la fin de chaque vibration ces faces des Palettes deviennent paralleles aux faces des dents , les changemens un peu sensibles ou de chaleur ou de froid , du repos ou du mouvement dans la Montre feront que les bords des Palettes porteront tantôt contre les faces des dents de la Rouë de Rencontre , & tantôt n'y porteront pas ; ce qui doit rendre le mouvement de la Montre ou irrégulier , ou incertain.

### *Sur les degrés de l'ouverture des Palettes.*

Les faces des Palettes sont deux plans qu'on suppose comme naissante de l'axe de la Verge du Balancier , & qui forment ordinairement entre elles un angle droit , dont l'ouverture est alors de 90 degrés. Ce degré d'ouverture est celui qui semble se présenter le plus naturellement à l'esprit , & on en approche toujours plus ou moins.

En supposant donc la profondeur de l'engrenage toujours la même , lorsque l'angle des Palettes est plus petit que l'angle droit , les Palettes seront plus <sup>étroites</sup> étroites , l'angle de vibration plus grand , & le Balancier plus sujet aux battemens & aux renversemens. Lorsque l'angle est plus grand que le droit , les Palettes seront plus <sup>longes</sup> longues , l'angle de vibration plus petit , & le Balancier moins sujet

aux battemens ou aux renversemens. Mais lorsque l'ouverture des Palettes va à 100 degrés ou plus, les vibrations deviennent trop petites d'abord, & tombent encore subitement dans une espece de langueur dès que le Balancier a commencé à perdre la première vivacité de son mouvement.

### *Sur la longueur des Palettes.*

Le degré de la longueur des Palettes devient une suite nécessaire des autres conditions de l'Echappement, comme le diametre de la Rouë, le nombre de sa denture, le degré de profondeur de l'engrenage de la Rouë sur les Palettes, & l'angle de leurs ouvertures dont on viendra ci-après au détail. On peut seulement observer ici que la longueur des deux Palettes doit être toujours par-tout le même, mesuré de l'axe de la verge, & que par conséquent les bords extérieurs des deux Palettes doivent former par leurs révolutions autour de l'axe deux espaces cylindriques parfaitement semblables.

Il est aisé à conclure des observations que l'on vient de faire ; qu'il y a certaines proportions déterminées à toutes les parties qui entrent dans l'Echappement.

On proposera celles qui paroissent les plus près du vrai, & dans l'explication qu'on en fera on expliquera les raisons qui ont déterminées à les choisir préférentiellement à d'autres.

Commençons par la Rouë de Rencontre qui est la bête de cet ouvrage, & donnons aux faces de sa denture une inclinaison à l'axe de la Rouë de 25 à 27 degrés quelque nombre de dents qu'elle puisse avoir.

Il faut considérer dans la Rouë de Rencontre trois cercles. Premièrement, celui qui termine l'extérieur de son épaisseur. Secondement, celui qui termine l'intérieur. Et le troisième, qui passe vers le milieu de son épaisseur qui est la vraie circonférence de la Rouë. Supposons donc maintenant un pouce divisé en 4320 parties, & une ligne en 360, par un Instrument propre à faire très-exactement cette operation, prenons le vrai diametre de la Rouë ; qu'il soit, par exemple, de 4 lignes ou de 1440 de ces parties ou divisions que nous appelleront *minutes* en supposant la circonférence au diametre comme 22 à 7, multiplions 1440 par 22, nous auront 4525 minutes pour la circonférence de la Rouë. Que le nombre de ses dents soit 15 on aura 302 minutes

( en négligeant les fractions ) pour la grandeur de chaque dent d'une face à l'autre , prenons à présent environ le cinquième de cette quantité pour la longueur du plus petit bras de Levier des Palettes , ou ce qui est la même chose , pour la distance des pointes des dents de la Rouë depuis l'axe de la verge , cette quantité sera de 60 minutes.

Venons présentement aux Palettes dont l'angle d'ouverture sera toujours de 95 degrés qu'on approchera autant qu'il est possible , mais plutôt en l'excedant de 2 ou 3 degrés qu'autrement.

Prenons au hazard la longueur des Palettes de 180 minutes , ce qui suppose que l'engrenage de la Rouë est de  $\frac{2}{3}$  de la longueur de la Palette , ou , ce qui est la même chose , que le plus grand bras de Levier est au plus petit , comme 3 est à 1.

Avec ces conditions on auroit un Echappement qui non-seulement ne seroit point sujet aux inconveniens dont on a fait ci-dessus le dénombrement , mais qui auroit au contraire toute la perfection qu'on y puisse souhaiter ; ce que l'on tâchera de démontrer.

1°. L'engrenage des dents de la Rouë de Rencontre sur les Palettes posées à la distance de l'axe de la verge d'un cinquième de l'ouverture des dents , se trouvera un juste milieu pour éviter les inconveniens des Palettes ~~elles~~<sup>elles</sup> , les trop grands arcs de vibrations & les accidens qui s'ensuivent d'un côté , & les trop petits arcs de vibration , & les accidens qui s'ensuivent de l'autre côté. On peut donc établir cette proportion en regle pour tous les Echappemens de Rouës de Rencontre possibles , quelques nombres de dents qu'elles puissent avoir.

2°. L'inclinaison de 25 degrés que l'on donne aux faces des dents , où l'angle de 25 degrés qu'elle forment avec l'axe de la Rouë est tout ce qu'on peut choisir de plus juste entre le trop & le trop peu ; car si d'un côté cet angle laisse une force suffisante à la denture , comme il le fait effectivement en donnant aux dos des dents la courbure convenable ; de l'autre côté il est certain que l'inclinaison des faces ne sçauroit former un angle trop grand pour que les bords des Palettes ne heurtent contre dans les vibrations communes du Balancier.

3°. L'ouverture des Palettes formant un angle de 95 à 98 degrés n'est pas moins la plus juste proportion qu'on y puisse donner. Car premierement l'excedent de l'angle droit est autant de

supplée à l'inclinaison de la denture. La vibration libre du Balancier ne consiste que de l'angle de l'ouverture des Palettes jointes à la somme des deux angles de deux dents opposées qui agissent successivement sur les deux Palettes. Au reste on évite également par-là les trop grands arcs de vibration, les renversemens & les battemens qui sont des suites d'un trop petit angle d'ouverture & les trop petits arcs de vibrations sont les autres suites d'un angle d'ouverture trop grande.

4°. Pour ce qui est de la longueur des Palettes, comme il s'ensuit par les regles préposées, on a l'agrément de l'avoir déterminé tout d'un coup, sçavoir, que leurs bords doivent former par leurs révolutions autour de l'axe de la verge, un cylindre dont le diamètre a toujours un rapport constant à l'ouverture des dents de la Rouë de Rencontre, comme l'ouverture des dents en a toujours un au diamètre de la Rouë.

L'explication des figures suivantes mettront tout ce que l'on vient de dire dans un plus beau jour.

## S E C O N D E P A R T I E.

*Fig. 1. Planche 49.* Soit décrit le cercle  $L V M C L$  divisé en 360 soient tirées les lignes  $L M$  &  $C V$  se coupant à angle droit en  $A$ , & que le rayon  $A C$  soit pris pour la distance des dents de la Rouë de Rencontre, & divisé en 300 minutes.  $L M$  prolongé en  $N$  est l'axe de la Rouë de Rencontre qui passe par  $A$  le centre de vibration.  $A x p$  est la Palette supérieure répondante à 85 degrés,  $A y q$  la Palette inférieure répondante à 180 degrés qui forment entre elles un angle de 95 degrés. La longueur des lignes  $A p$ ,  $A q$  qui sont les longueurs des Palettes, est de 180 minutes prises sur le rayon  $A C$ . La ligne  $R P$  est parallèle à  $C V$  & coupe à angle droit le rayon  $A M$  en  $e$  à la distance de 60 minutes de  $A$  prises sur le rayon  $A C$  que l'on appelle ici la *ligne de rencontre*.

$F B G D$  est une portion circulaire de la Rouë de Rencontre qui porte les deux dents  $a 1$  &  $a 2$ , & qui couvrent une portion de la même Rouë d'une pareille étendue portant ces deux dents  $b 1$ ,  $b 2$ .

Ces portions circulaires de la Rouë de Rencontre peuvent être considérées ici comme des plans qui se meuvent en sens contraire. Le plan supérieur portant les dents  $a 1$ ,  $a 2$ , se mouvant de  $R$   
en

en P en même tems & avec la même vitesse que le plan inferieur portant les dents  $b_1, b_2$  se meut de P en R.

Les dents superieures  $a_1, a_2$  agissent successivement sur la Palette superieure  $x$  & les dents inferieures  $b_1, b_2$  sur la Palette  $y$ .

Le rayon H A prolongé en E forme l'angle E A M de 25 degrés qui est l'angle que les faces des dents doivent former avec l'axe de la Rouë R.

$f_1, f_2$  sur la ligne R P sont égales au rayon C A de 300 minutes, dont 150 sont prises du point  $e$  en  $f_1$ , & 150 de  $e$  en  $f_2$ .

On a déjà dit que le rayon C A est égal à l'ouverture des dents  $a_1, a_2$ , &  $b_1, b_2$ , & que les premiers se meuvent de R en P en même tems & avec la même vitesse que les derniers se meuvent de P en R, il s'en suit de-là que lorsque  $a_1$  qui est en  $m$  sera en  $l$ , &  $a_2$  qui est en  $n$  sera en  $e$  dans la direction R P.  $b_1$  qui est en  $d$  sera en  $f_1$  &  $b_2$  qui est en  $o$  sera en  $f_2$  dans la direction P R, les espaces à parcourir  $ml, ne, df_1, of_2$  étant égaux.

#### P R E M I E R E O B S E R V A T I O N.

Les dents de la Rouë R étant toujours de nombres impaires pour qu'elles agissent alternativement sur les Palettes, il arrive nécessairement, 1°. Qu'en regardant la Rouë de maniere que les pointes des dents décrivant la ligne R P ou P R lorsqu'une dent quelconque du côté de la Rouë, le plus près de l'œil, que l'on nomme côté superieur, se trouve en  $e$ , il se trouvera en même tems deux dents du côté de la Rouë le plus éloigné de l'œil, que l'on appelle côté inferieur, en  $f_1$  & en  $f_2$ , & ainsi de son contraire; car tout ce qui arrive aux dents d'un côté arrive aussi alternativement à la direction près, à celle de l'autre. (Voyez Fig. 7.) 2°. Lorsqu'une dent du côté superieur qui a été en  $e$  s'en éloigne vers  $f_2$  suivant la direction R P, les deux dents correspondantes du côté inferieur s'éloignent également de  $f_1$  & de  $f_2$  suivant la direction P R, comme aux Figures 3, 4 & 5.

Sur ce principe bien entendu on conservera aisément toutes les situations possibles des dents d'un côté par rapport à celles de l'autre.

#### S E C O N D E O B S E R V A T I O N.

Il ne peut y avoir qu'une dent qui agisse en même tems comme  $a$

sur  $x$ , ou  $b$  sur  $y$ . Voyez les *Figures* 2. 3. 4. 5. 6. 7.

La dent agissante peut être considérée en quatre situations différentes sçavoir, *rencontrante*, *reculante*, *avançante* & *fuyante*.

On l'appelle *rencontrante* à l'instant qu'elle tombe sur la Palette qui vient à sa rencontre, comme dans la *Fig.* 4. la dent  $b$  qui est en  $b$  est sur le point de faire sur la Palette  $y$  en  $i$ .

On l'appelle *reculante* pendant que la Palette qu'elle vient de rencontrer la repousse jusqu'au terme de sa vibration comme dans la *Fig.* 7. L'on suppose que la dent  $b$  2 vient de rencontrer la Palette  $y$  en  $c$  qu'elle la repousse vers P en  $d$ , terme de sa vibration ordinaire, on même en  $f$  2, extrêmité de sa vibration jusqu'au battement.

On nomme la même dent *avançante* lorsque cessant de reculer elle repousse la Palette à son tour suivant la direction P R jusqu'au rayon A M parallèle à son axe, & l'on appelle *fuyante* depuis  $e$  en A M jusqu'à ce qu'elle quitte entièrement la Palette  $y$  en  $o$ .

### *Sur la figure de la denture de la Rouë de Rencontre.*

*Planche* 49. L'inclinaison des faces des dents de la Rouë de Rencontre avec son axe déjà posé à 25 degrés pour le moins, voyons ce qui reste encore à remarquer sur la figure de la denture.

1<sup>o</sup>. La face doit être arrondie dans son épaisseur comme elle est représentée *Fig.* 1 en  $r e q i$  qui est la coupe de la dent  $a$  1 en  $q r$ , & encore plus vers la moitié inférieure de son épaisseur de  $r$  en  $i$  que vers la moitié extérieure de  $r$  en  $e$ ; en voici la raison. C'est dans l'instant seul que la Palette est en A M, que la dent s'y applique dans son épaisseur suivant une ligne droite, ou un rayon de la Rouë; car pendant tout le reste de son action elle porte plus ou moins vers l'un ou l'autre côté de son épaisseur, sçavoir, de  $r$  en  $c$  du côté inférieur  $i$  pendant tout le tems qu'elle est comme  $b$  2 *Fig.* 7 du côté P de l'axe A M ou depuis  $f$  2 en  $e$ , & elle porte vers  $r$  en  $d$  du côté extérieur de son épaisseur pendant tout le tems qu'elle est à parcourir de  $e$  en  $o$  du côté R de l'axe A M. Il y a donc plus de raison que la face soit plus arrondie de  $r$  en  $e$  que de  $r$  en  $d$ , parce que la Palette ne touche jamais la face de la dent proprement dite que du côté inférieur de son épaisseur; ce qui n'arrive que dans l'espace de reculement extraordinaire de  $d$  en  $f$  2 que l'extrêmité  $\zeta$  de la Palette  $y$  porte en

glissant depuis  $l$  en  $m$  ; car dès que la dent est revenuë en  $d$ , c'est la pointe qui agit, & toujours du côté interieur de son épaisseur en avançant de  $d$  en  $e$  ; mais lorsque la dent est fuyante comme de  $e$  en  $o$ , elle porte sur la pointe, & de  $r$  en  $d$  de son épaisseur.

2°. C'est la pointe de la dent qui se présente à notre examen. Ordinairement on la laisse trop pointuë à peu-près suivant l'angle égu mixte  $d g z$  ( *Fig. 6.* ) ce qui l'assujettit à de grands inconvéniens, dont le premier est qu'elle se détruit en peu de tems, toute son action étant sur l'angle même. Le second, c'est qu'elle est trop sujette à être courbée ou dérangée par plusieurs accidens : & comme il y aura toujours quelques unes des dents plus foibles que les autres, celles-là s'usant plus vîte s'accourcissent, dont il suit nécessairement une inégalité dans la distance des dents & dans l'angle des vibrations, sans parler des mauvais effets que cette figure de dent produit sur les Palettes, pendant qu'il ne peut y avoir qu'un seul prétexte d'avoir les pointes des dents si éguës, qui est celui de conserver plus de longueur aux Palettes : mais on va montrer qu'on y pourvoit autant qu'il en est besoin en laissant beaucoup plus de force aux extrémités des dents, & en leur donnant en même tems une figure beaucoup plus convenable à tous égards.

Voici donc comme cette figure est exprimée par  $o t g z$  de la dent  $z z$  ( *Fig. 6.* ) ou de  $d g z$  que l'on trouve trop éguës & renfoncée de la quantité  $o t g d$  dont la proportion  $t g$  peut être prise pour circulaire.

On voit d'abord les avantages qu'a cette dent du côté de la force par-dessus celle que l'on vient de critiquer, il ne reste qu'à faire voir l'utilité de la proportion courbe  $t g$ , & que la dent  $o t g z$  admet à la même profondeur d'engrenage une Palette de même longueur à un rien près que peut admettre la dent  $d g z$ .

1°. Dans la dent  $d g z$  toute son action ordinaire se trouve rassemblée au seul point  $g$  qui n'a pas assez de corps pour n'en point perdre une partie essentielle en peu de tems, dont on a fait voir ci-dessus l'inconvénient ; au lieu que dans la dent  $o t g z$  l'action totale étant répanduë sur toute l'étenduë de l'arc  $t g$ , la figure de la dent ne peut jamais être sensiblement changée.

2°. La Palette même ne laisse pas d'être tant soit peu soulagée par cette figure de denture. Car pendant que la pointe  $g$  ne fait qu'un frottement continuel pendant toute son action, la pointe  $t g$  roule en même tems qu'il frotte ; ce qui diminue le frottement

total sur la Palette de la quantité de l'étenduë de l'arc  $t g$ , il est vrai que c'est de peu de chose.

3°. Pour ne pas entrer dans un long détail de ce que la Palette perdra de sa longueur par la dent  $o t g z$ , on veut qu'elle perde une quantité égale à la demi distance de  $d g$ ,  $a o t$ , c'est tout au plus ce qu'elle y peut perdre : mais il n'y a nulle conséquence de cette perte, qui peut entrer en comparaison avec les avantages de la denture qui la cause & l'accompagne.

Pour achever ce qui regarde la figure de la denture, il y a encore quelque chose à dire sur la courbure concave des dos  $g z m$ . Comme l'utilité de cette courbure n'est que pour laisser passer la Palette sans qu'elle s'acroche sur le dos de la dent échappée, toute l'attention à avoir sur cette partie, c'est de n'ôter de la substance de la dent que ce qu'il faut pour cet effet, principalement de  $g$  en  $z$  afin de laisser à cette partie de la dent toute la figure qu'elle peut avoir. Voyez  $x$  sur  $a 1$ . *Fig. 5.*  $x$  sur  $a 1$ . *Fig. 3.* &  $y$  en  $z$  sur  $b 1$ . *Fig. 2.*

C'est une bonne proportion pour la longueur des dents exprimé par  $e n$  sur le rayon  $A M$  *Fig. 6.* qu'elle soit des  $\frac{2}{3}$  de l'ouverture  $g g$ .

Examinons présentement ce qui reste encore à remarquer sur l'ordre naturel des vibrations & de ses incidens.

Nous avons pris pour échelle ou mesure commune le rayon  $C A$  *Fig. 1.* qui est supposé être divisé en trois cent parties ou minutes.

Rassemblons toutes les proportions données afin de les avoir présentes à l'esprit.

L'ouverture des dents . . . . .	300 minutes.
Longueur des Palettes . . . . .	180
Distance d'engrenage . . . . .	60
Profondeur des dents . . . . .	200
Angle de la dent avec l'axe . . . . .	25 degrés.
Ouverture des Palettes . . . . .	95

La Montre n'étant pas montée, les deux Palettes forment des angles égaux avec l'axe  $A M$ , chacun de 47 degrés 30 minutes chaque Palette coupant la ligne de rencontre  $R P$  par la moitié de sa longueur, ou en 90 minutes, comme il se voit *Fig. 2.*



L'on suppose que la dent  $a$  1 qui est en situation d'agir la première, dès que la Montre sera montée elle portera contre la Palette  $x$  en 90 minutes suivant la direction  $RP$ , & forcera la Palette par ce moyen à décrire l'arc  $lm$ . En même tems la Palette  $y$  décrira l'arc  $zo$ , mais en éloignant de plus en plus son extrémité  $z$  du dos de la dent  $b$  1 qui se meut en  $R$  avec un mouvement égal à  $a$  1 en  $P$ , ce qui se voit mieux dans les *Figures* 3 & 4 qui donneront assez par la simple inspection l'intelligence de ce qui se passe dans la première vibration jusqu'à ce que la dent  $a$  1 soit prête à quitter la Palette  $x$  qui a déjà décrit un arc de 23 degrés, comme on voit en comparant ensemble les *Figures* 2 & 4.

Qu'on laisse maintenant échapper  $a$  1 de  $x$  pendant que  $b$  ira de  $h$  en  $i$  sur  $y$ ,  $a$  1 ira d'une quantité égale vers  $P$ , laissant à  $x$  la liberté de s'écouler derrière la ligne  $d$   $z$  pendant l'action alternative de  $b$  sur  $y$ .

Il se passera les mêmes choses dans cette seconde vibration comme dans la première. On y peut seulement remarquer de plus le chemin que tient la Palette  $x$  en s'écoulant derrière la dent échappée  $a$  1 qui est en  $g$  *Fig.* 5. & en  $m$  *Fig.* 3. allant vers  $P$  pendant que la dent  $b$  repousse vers  $R$  la Palette  $y$  en  $h$ .

Au bout de quelques momens le Balancier aura pris son arc de vibration ordinaire, au terme duquel les Palettes passeront alternativement l'axe  $A$   $M$  d'une quantité qui peut aller à 25 degrés, & chaque Palette deviendra à son tour dans la même situation par rapport à la dent agissante, comme est  $x$  à  $a$  2 *Fig.* 6. ou  $y$  à  $b$  2 en *d* *Fig.* 7.

Ce ne peut être que par des secousses subites & par des mouvemens très-violens que l'arc de vibration excède de beaucoup l'ordinaire; mais comme les Montres ne sont que trop sujettes à ces sortes de mouvemens, il est très-important d'obvier autant qu'il est possible, les inconveniens qui pourroient s'en ensuivre; ce qu'on ne sçauroit mieux faire qu'en donnant un grand excès de la vibration au battement au-delà de l'ordinaire.

L'excès qui résulte des regles que l'on vient de proposer est de 35 degrés de chaque côté (Voyez *Fig.* 7.)  $y$   $z$  en 25 degrés de vibration ordinaires, &  $y$   $z$  en 60 degrés de vibration au battement.



---



---

 DESCRIPTION

*D'un Tour propre à tourner les Calottes de Montres & autres Pièces ovales.*

## P L A N C H E L.

CE Tour ovale est une espee de Boëtte tabarine. La *Figure 1* represente la Machine toute montée avec son support & vûë par sa face anterieure du côté où s'applique la Piece qui est à tourner.

*Fig. 2.* represente la même poupée vûë par son autre face pour laisser appercevoir la petite regle graduée marquée *x* qui sert à regler l'alongement qu'on veut donner à l'ovale.

*Fig. 3.* est la Poupée garnie seulement de la Platine 4 à laquelle est soudée un tuyau qui traverse la Poupée & qui est serrée par derriere par l'Ecrou 5. Cette Platine 4 dont la face est représentée au-dessus, porte une queue marqué *b* refenduë par une entaille qui entre sur la branche du Tour pour empêcher qu'elle ne puisse avoir aucun mouvement à droite ni à gauche.

*Fig. 7. & 8.* sont deux Plaques qui, réunies, forment exterieurement une Poulie marqué *z*. *Fig. 1.* l'interieur en est chambre & renferme la petite Platine *Fig. 9.* sur laquelle est une regle à Coulisse marqué 10. qu'on arrête au point que l'on veut par la Vis 11. Ces deux Plaques sont fenduës chacune d'une rénure 12. *Fig. 7.* qui lorsqu'elles sont assemblées, se coupent à angle droit, & dans lesquelles passent d'un côté l'Arbre 13. *Fig. 7.* qui est soudé au centre de la Platine 9, *Fig. 7.* & de l'autre le petit bout d'Arbre 14. qui est soudé à la regle à coulisse marqué 10. & au travers duquel passe la Vis 11.

L'Arbre 13. s'enfile dans le tuyau de la Platine 4. Il est arrêté par derriere par l'Ecrou 15. & au-dessus par la Vis 10. pour qu'il ne puisse avoir aucun mouvement; alors la Poulie *z* se trouve appliquée contre la Platine 4. *Fig. 3.* & roule contre elle lorsqu'on a placé un Archet sur cette Poulie.

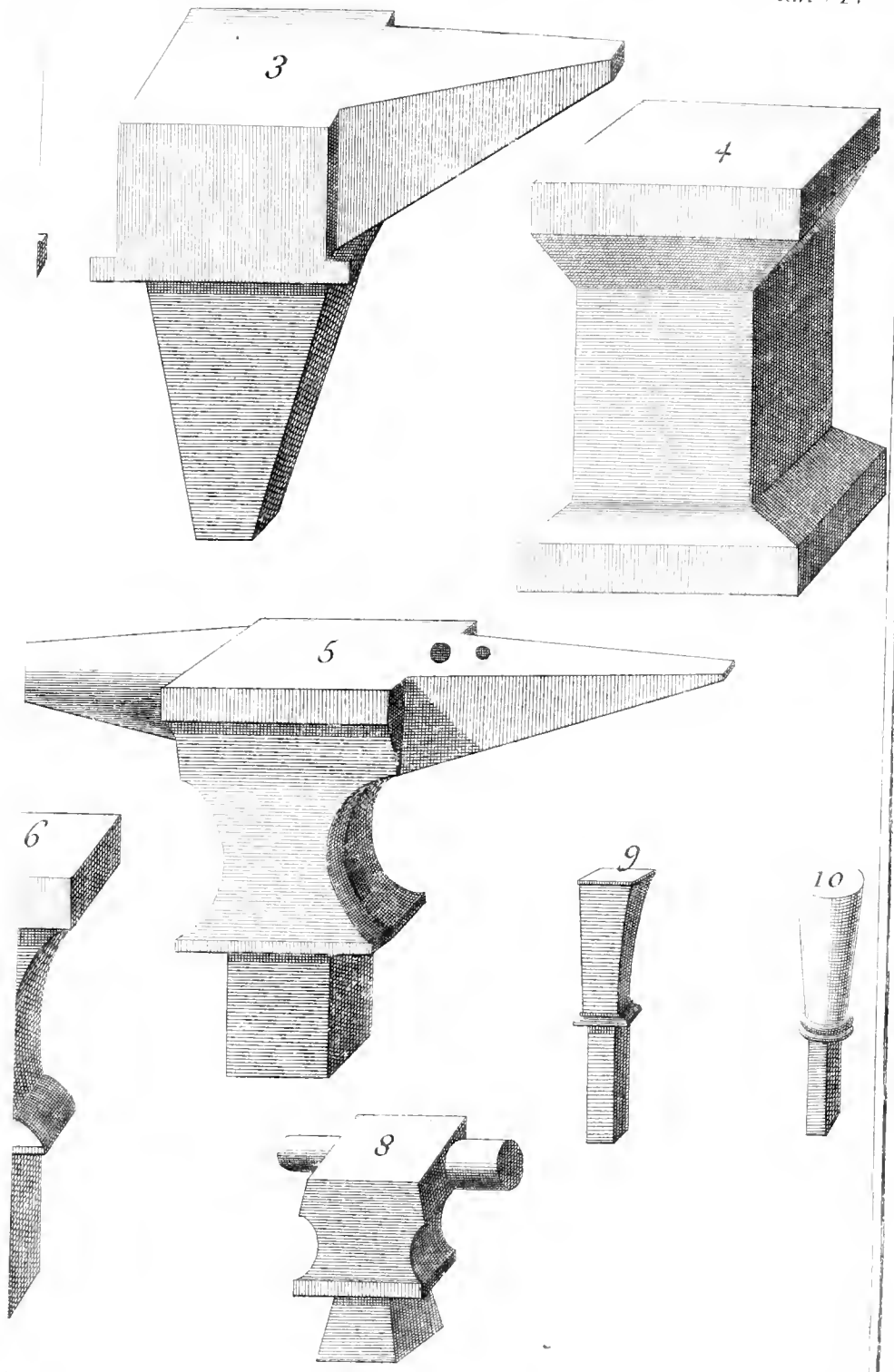
A la face de cette Poulie appliquée contre la Platine est placée la regle graduée *x* qui regle par le plus ou le moins, dont elle

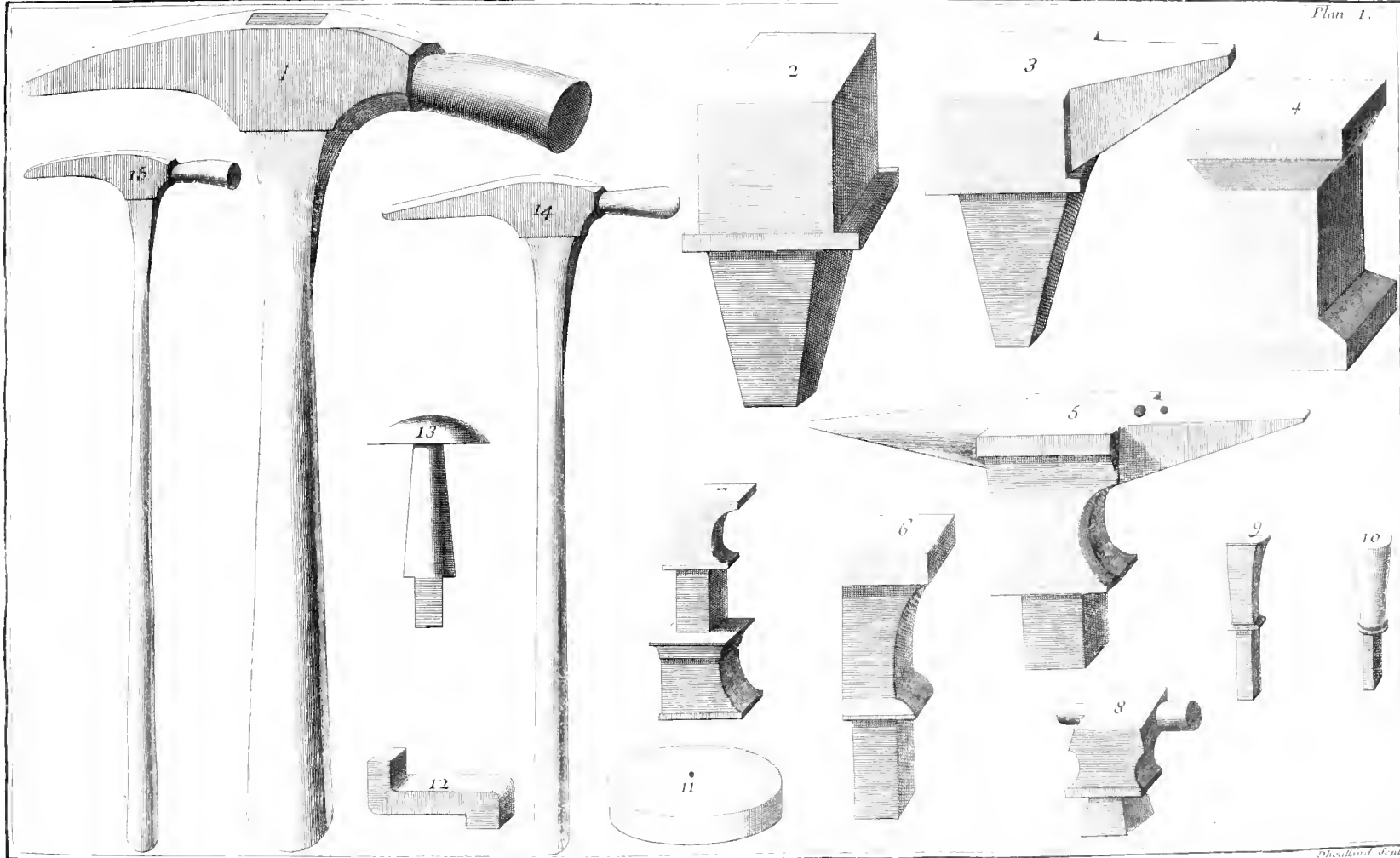
passé cette Platine , le grand diametre de l'ovale. Sur la Poulie *z* *Fig. 2.* se place encore une autre Plaque *Fig. 16.* taraudée dans son centre pour recevoir le petit Arbre 17. qui d'un côté s'y monte à Vis & de l'autre est taillé en Vis en bois pour retenir le Mandrin 19. Dans la description de cette Machine le profil de chaque Piece est au-dessous de son plan.

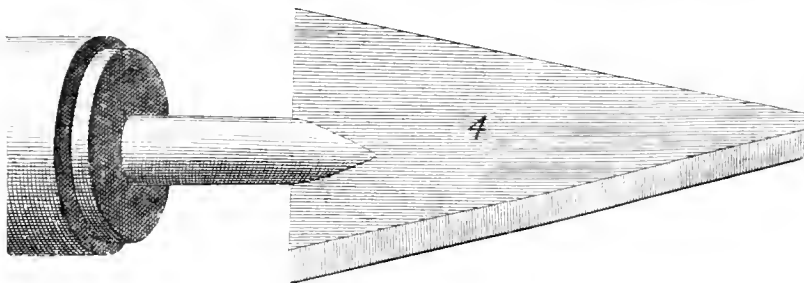
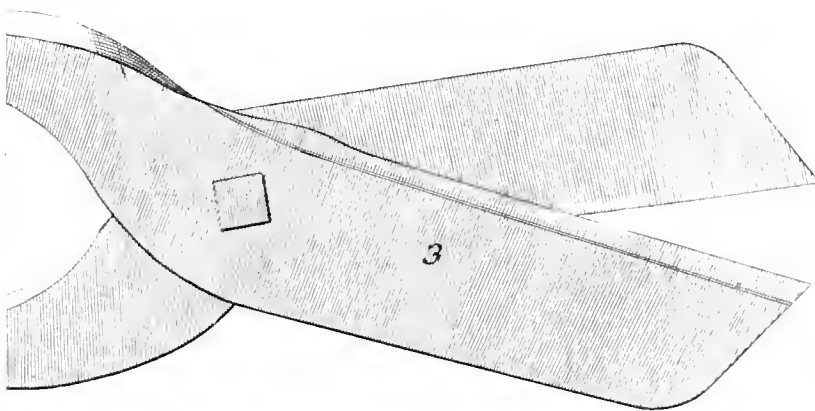
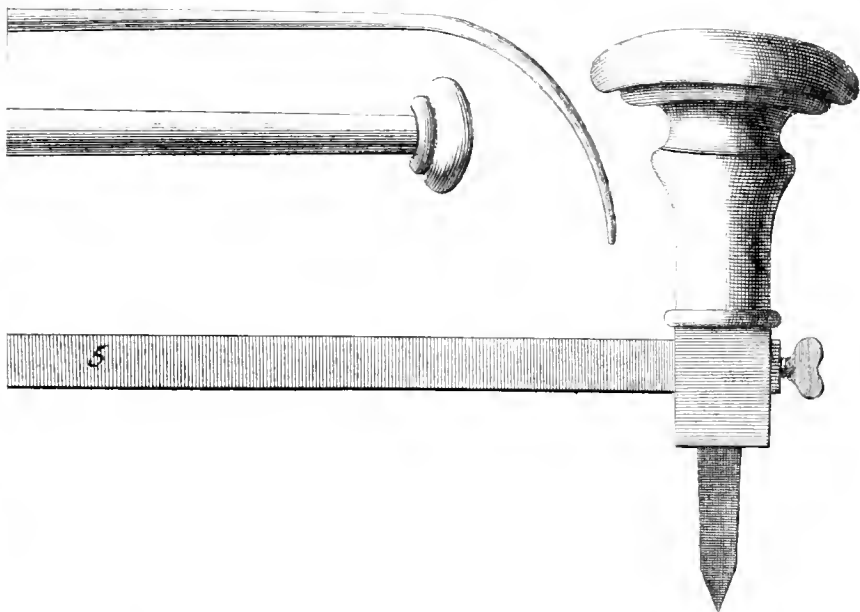
Ce Tour est dans le Cabinet de M<sup>r</sup> DE LA FAUDRIERE, qui l'a beaucoup perfectionné.

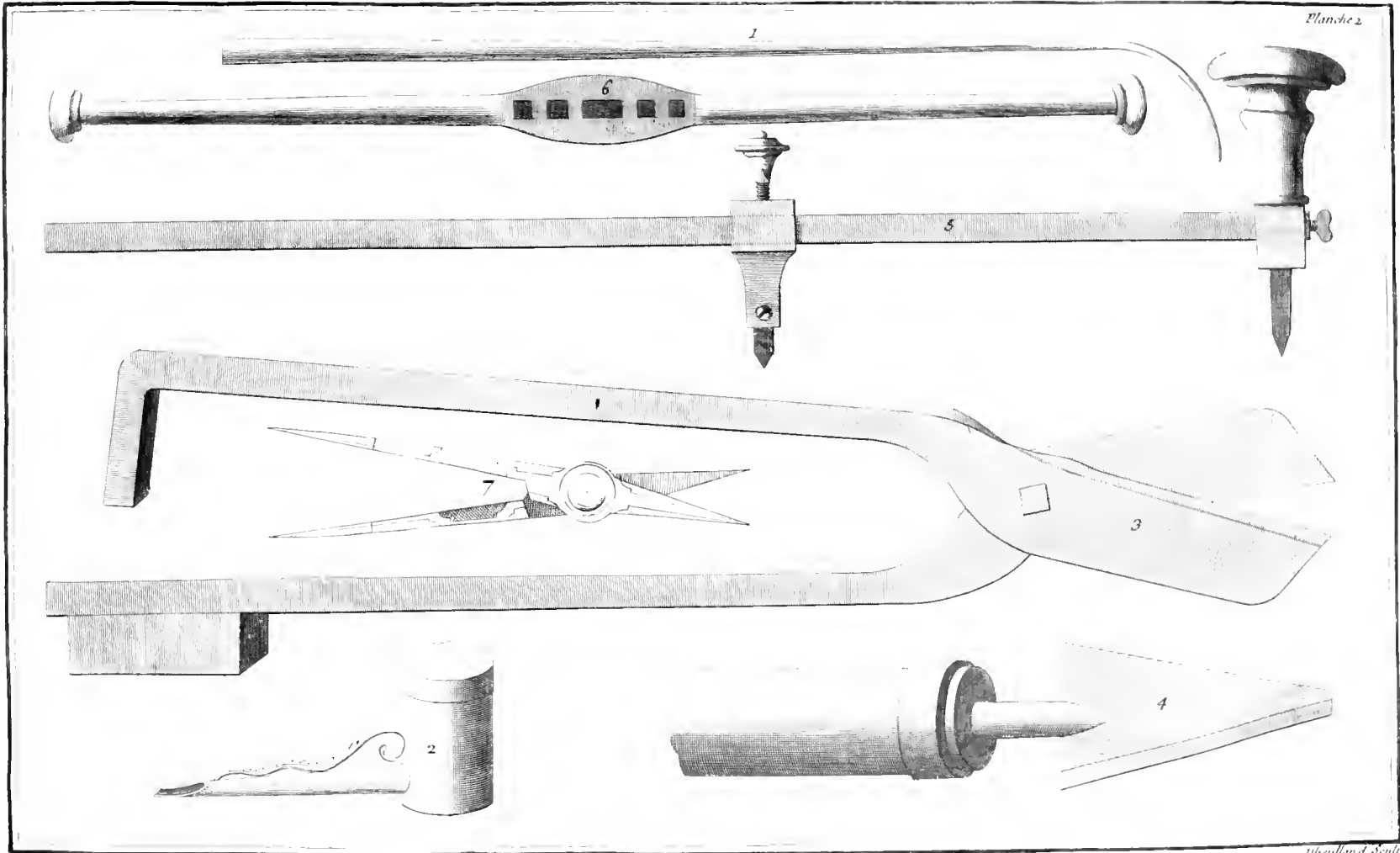
*Fin du premier Tome*

1871

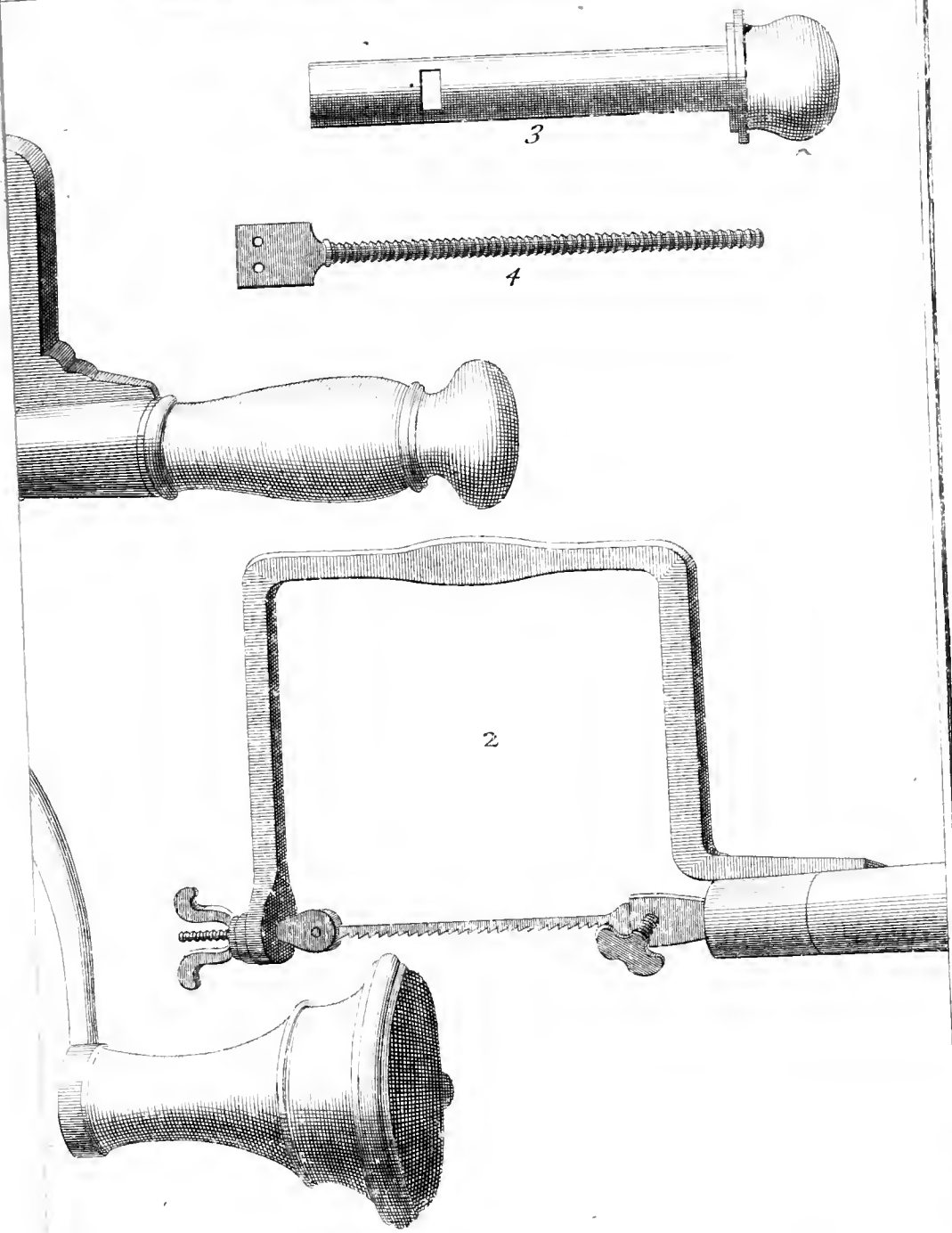












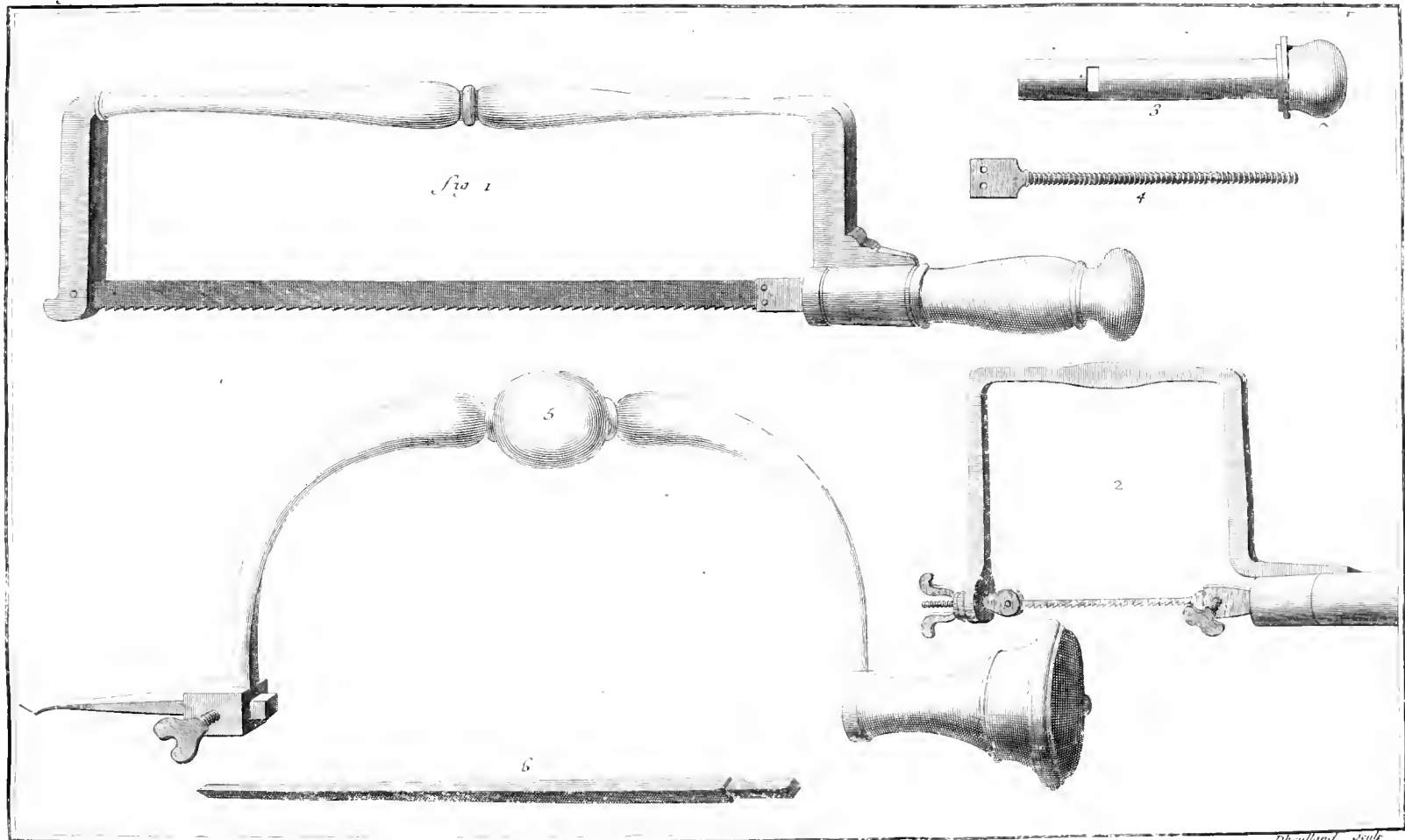
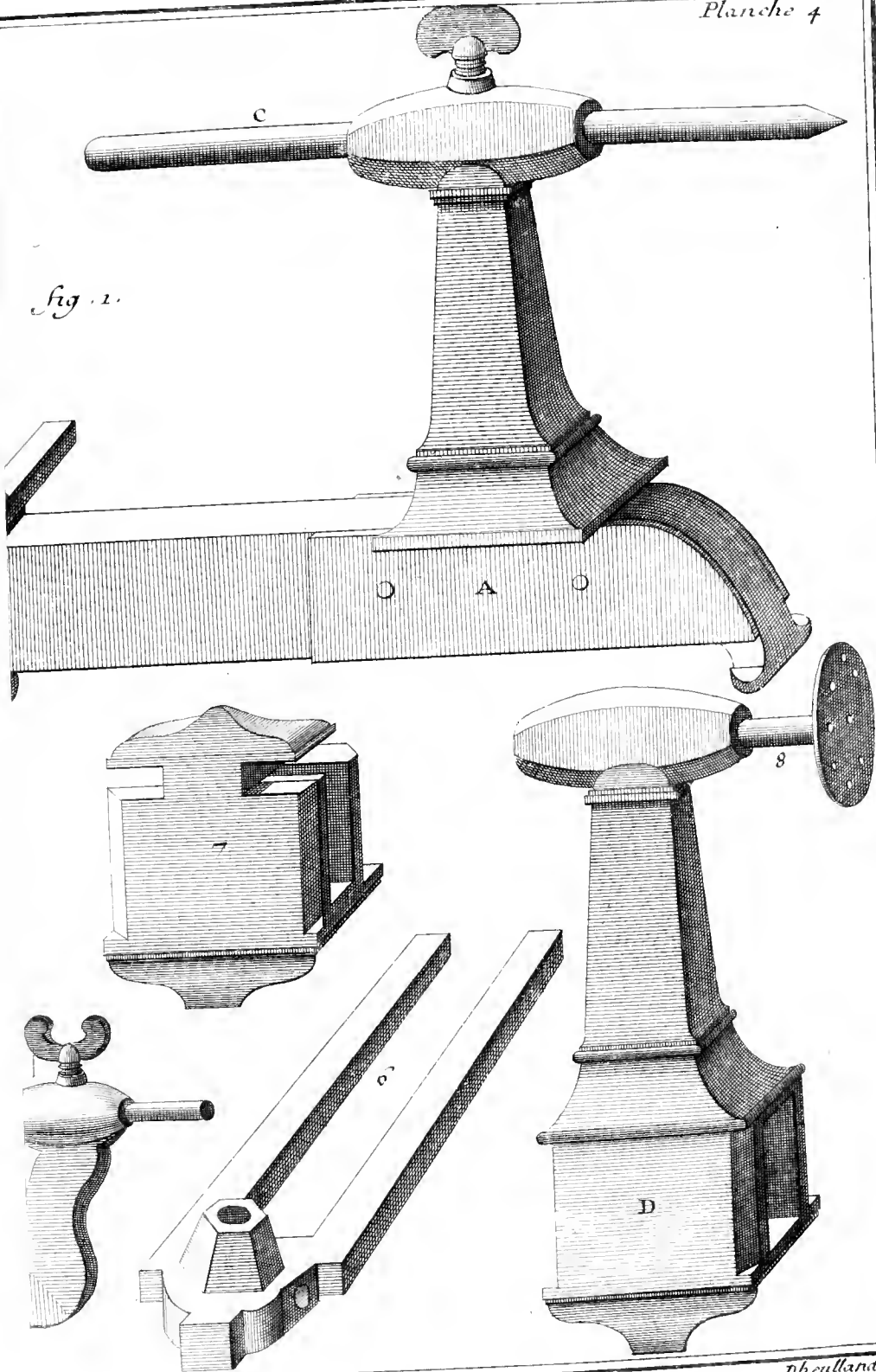
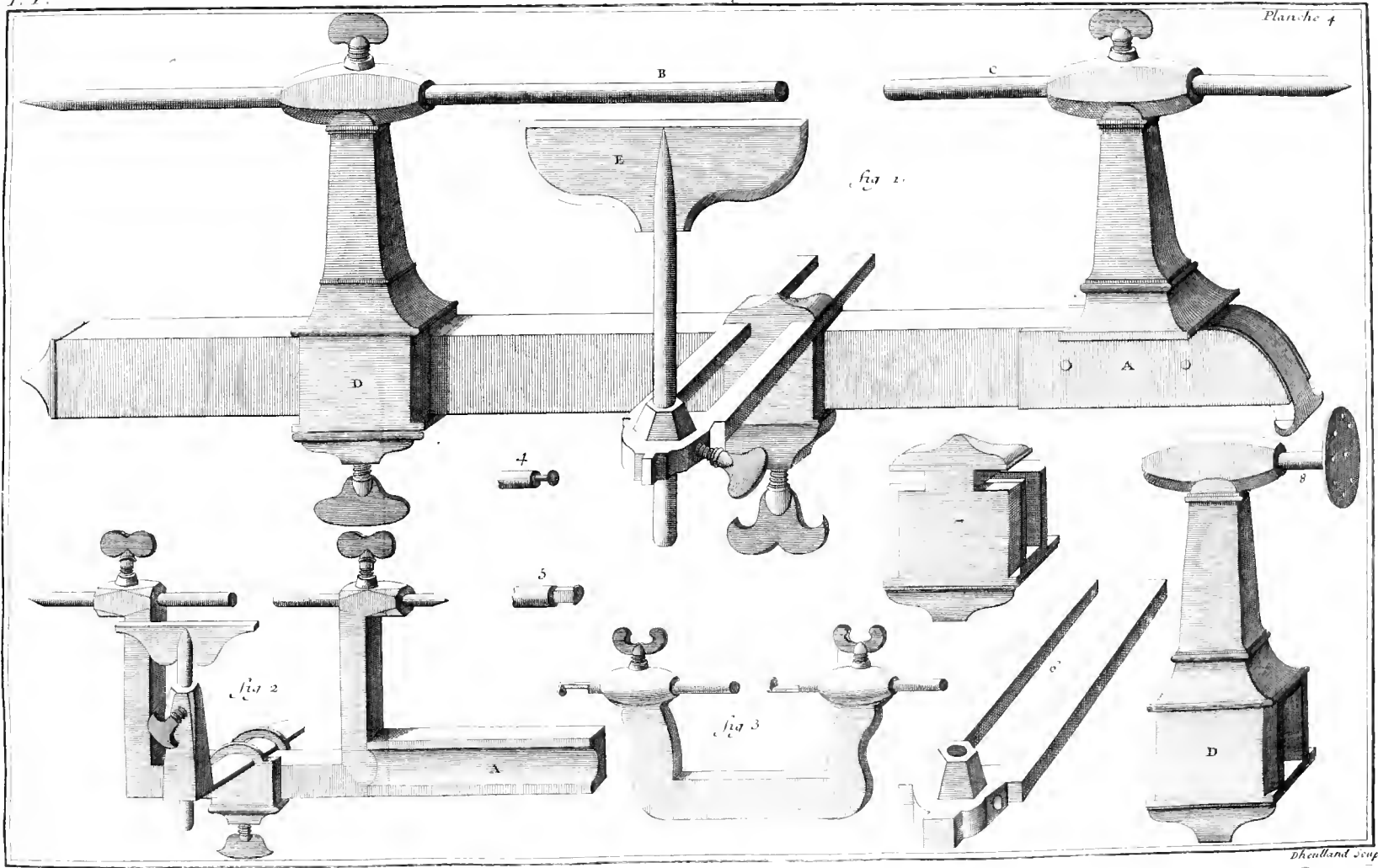
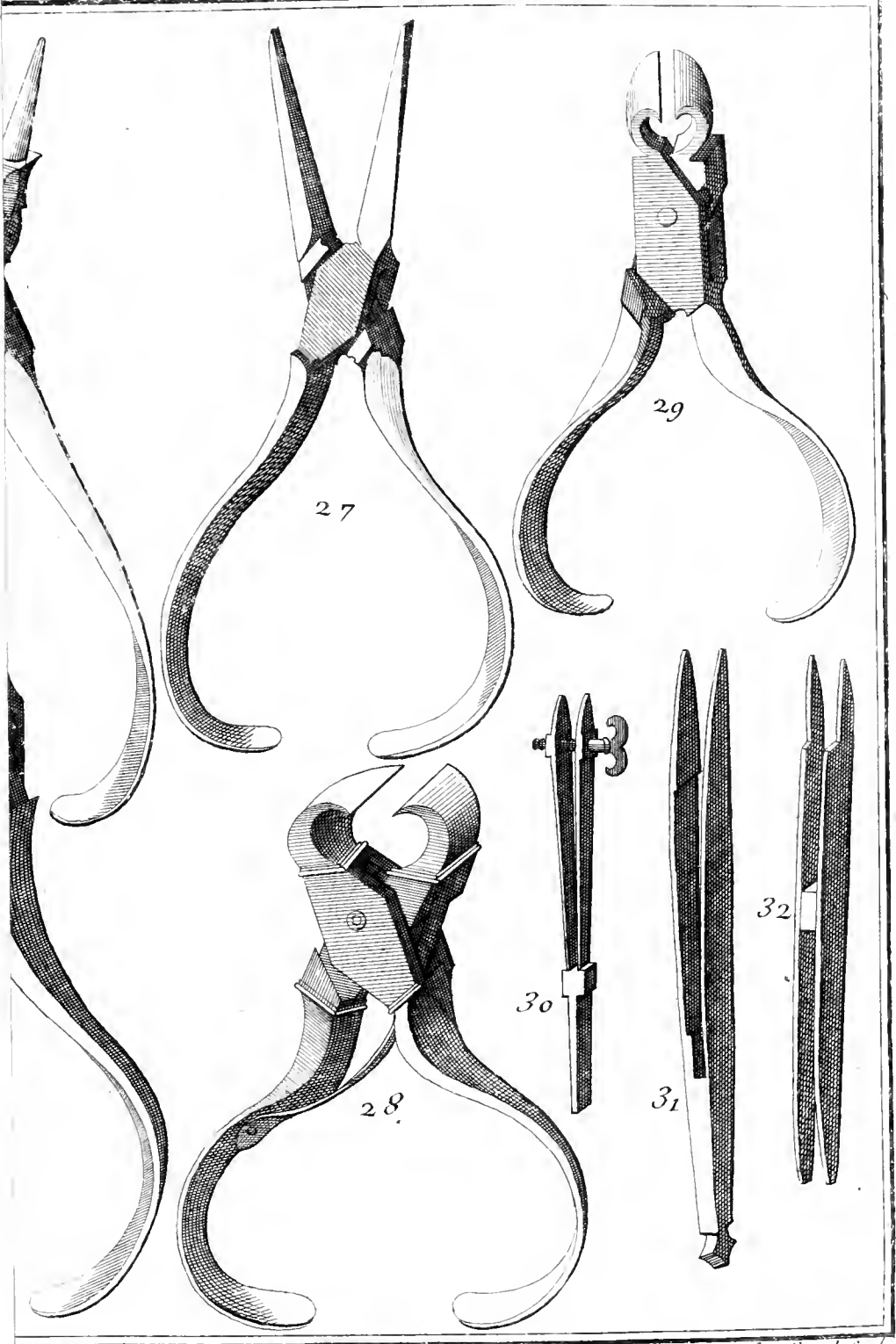
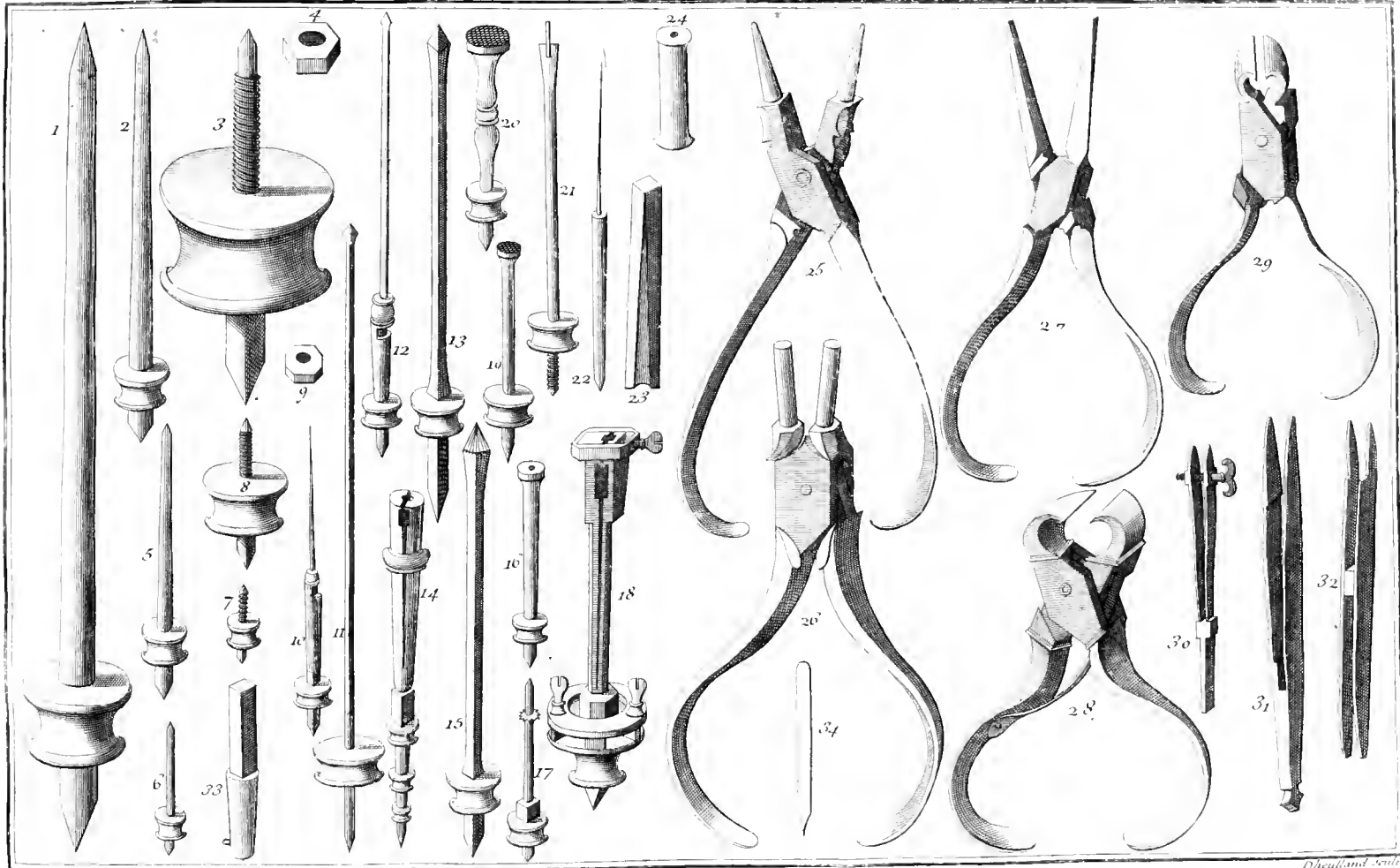


fig. 1.









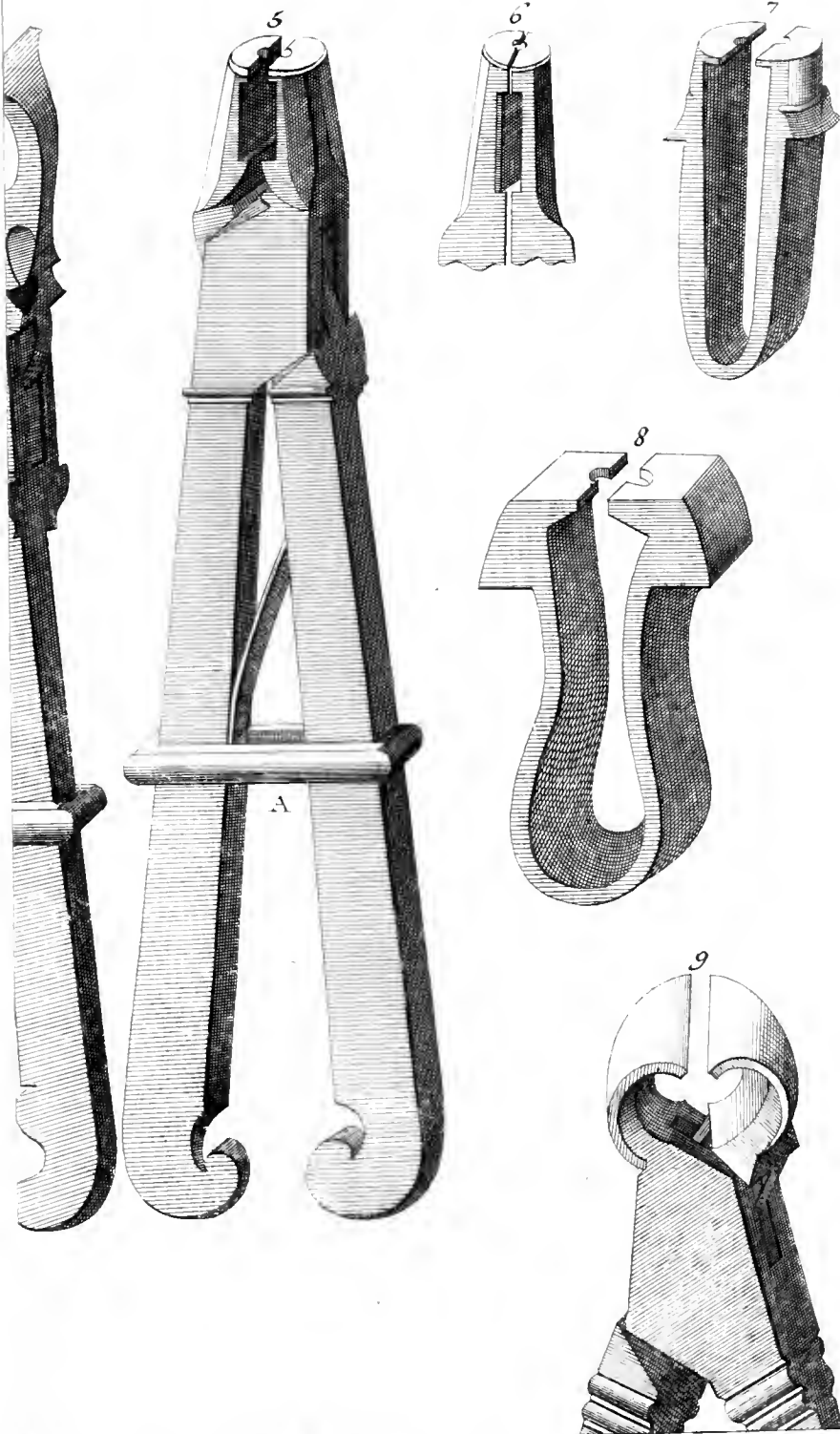
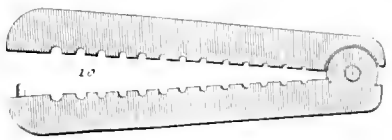
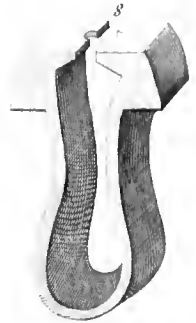
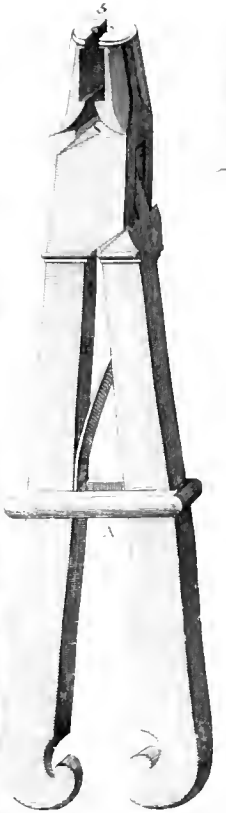
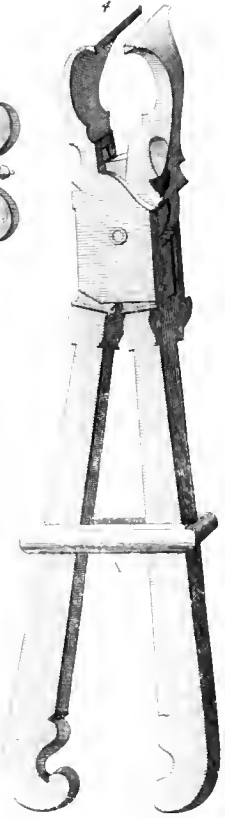
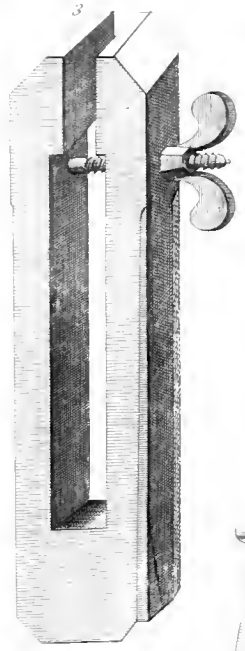
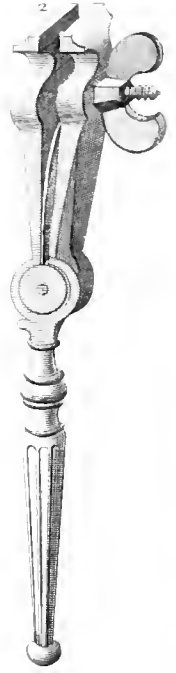
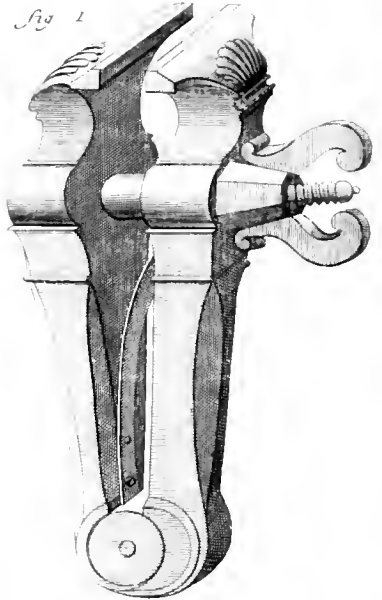
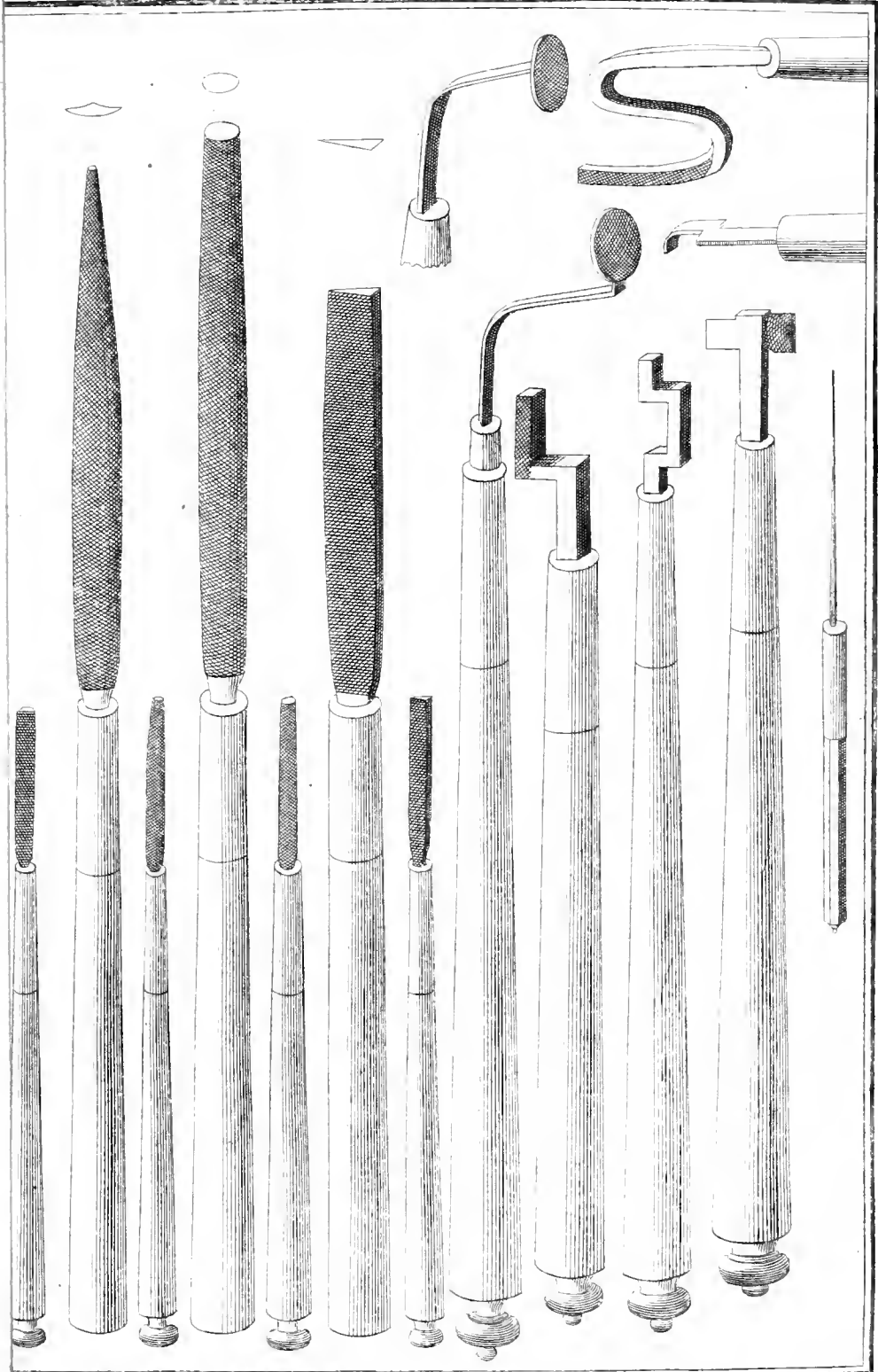
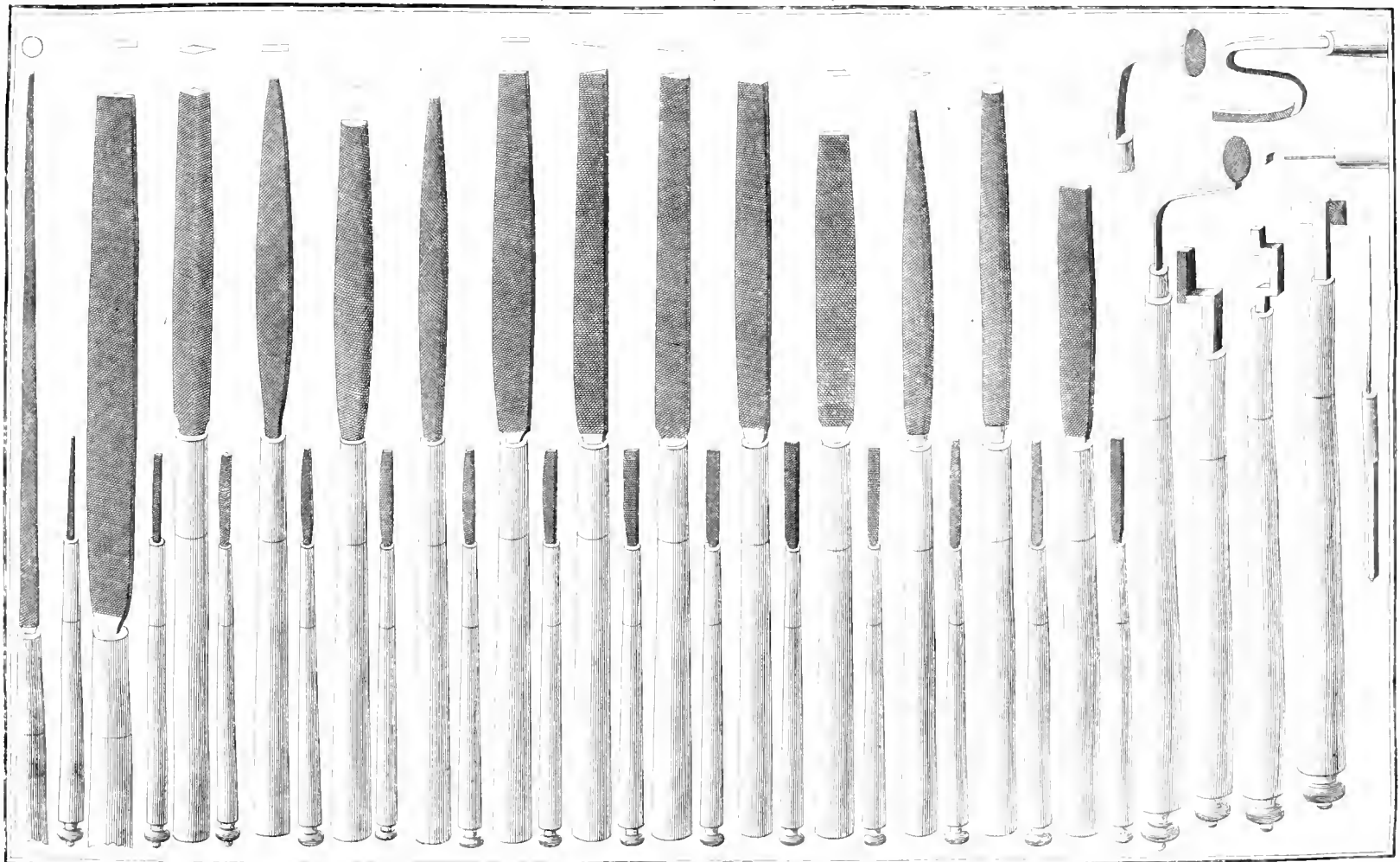


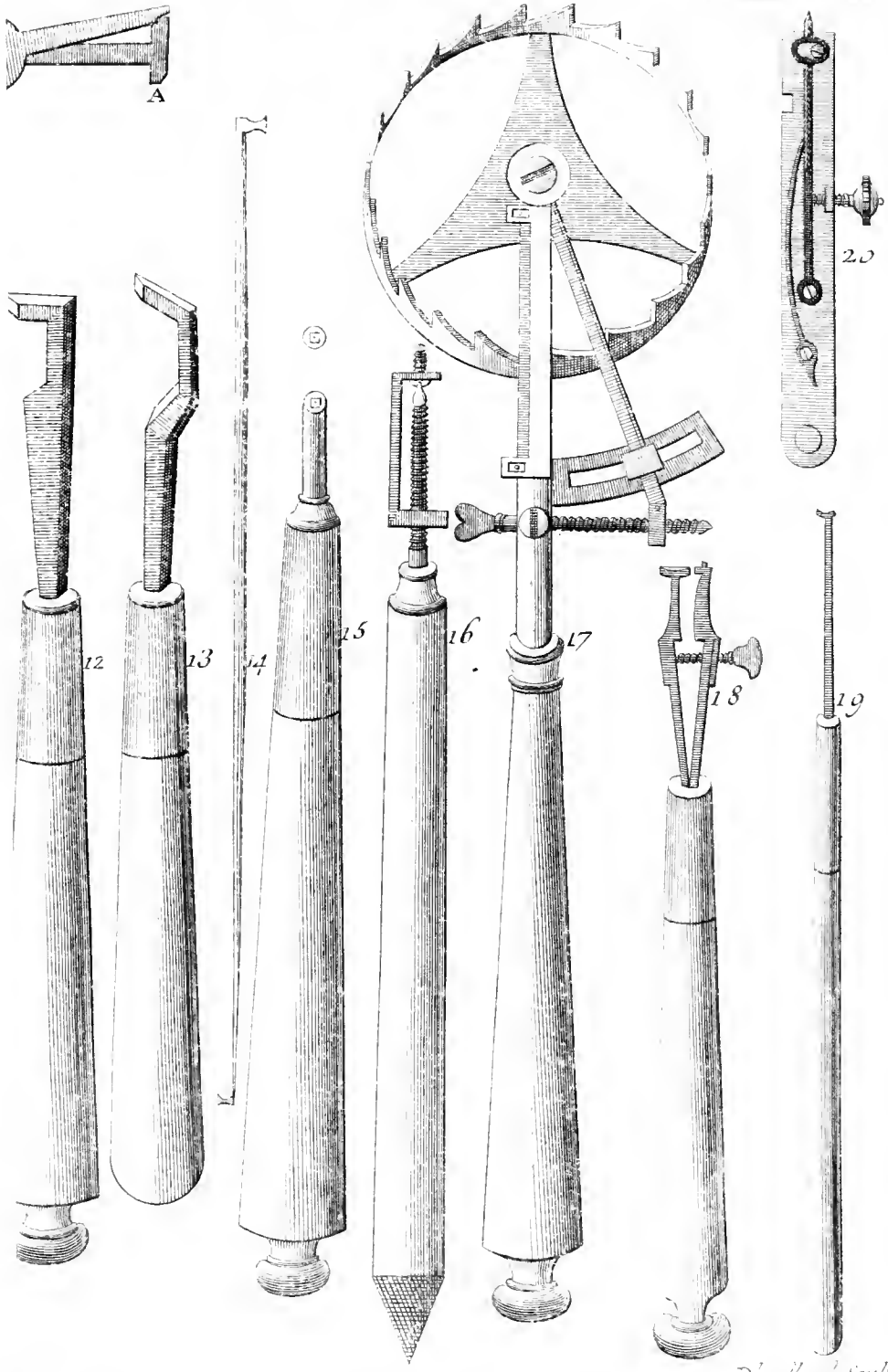
Fig 1

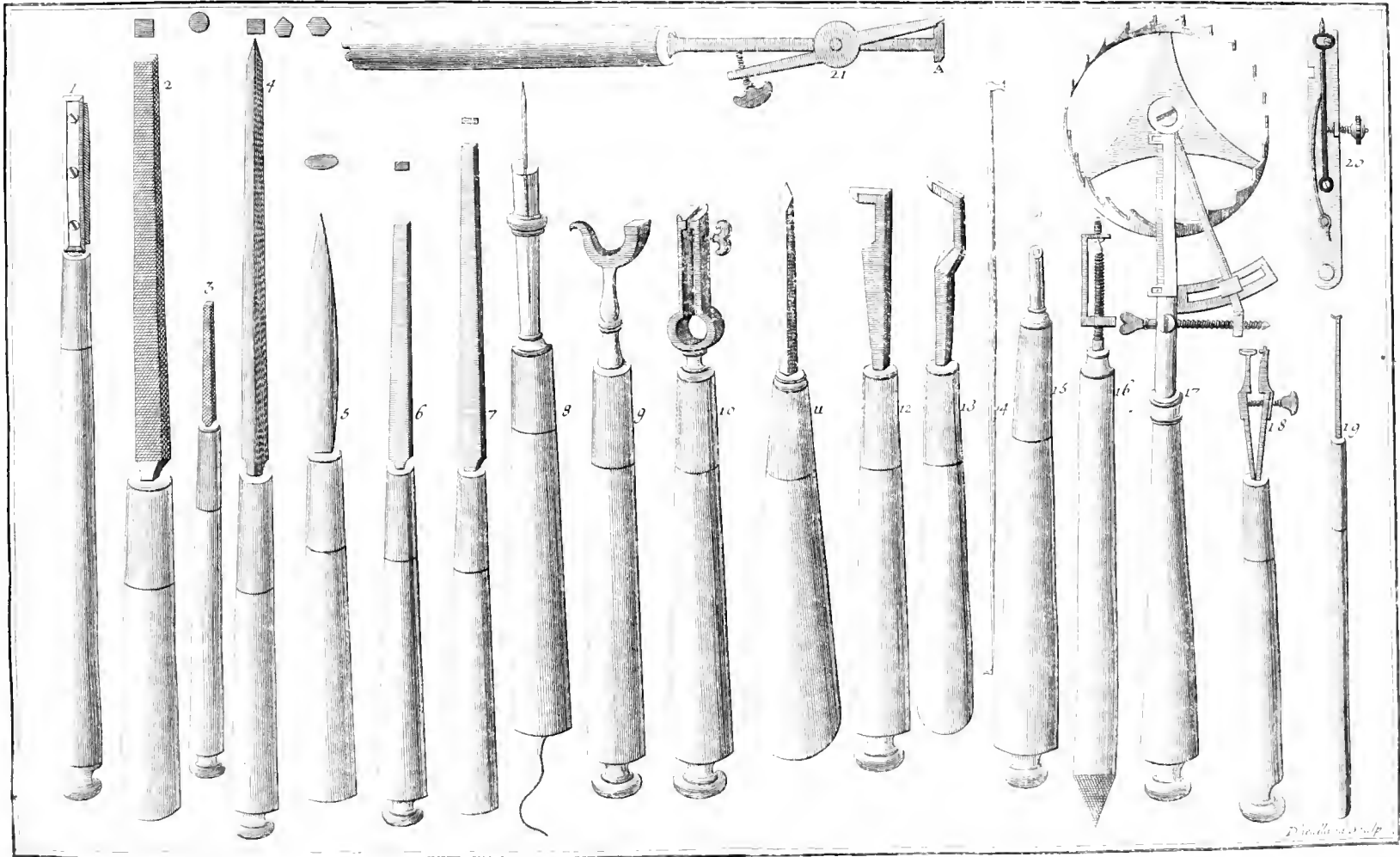


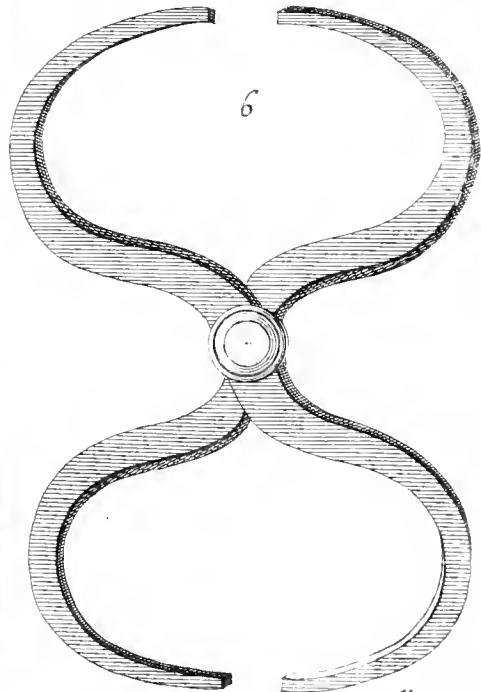
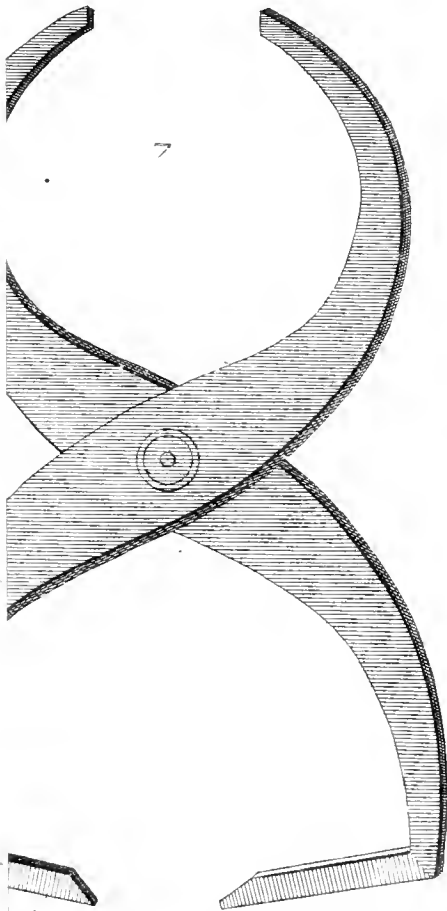
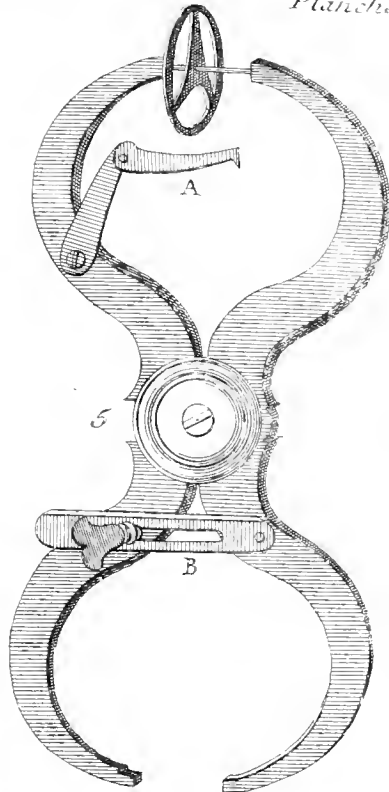
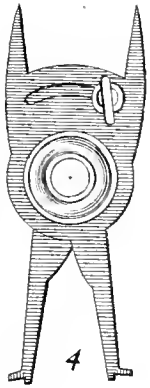


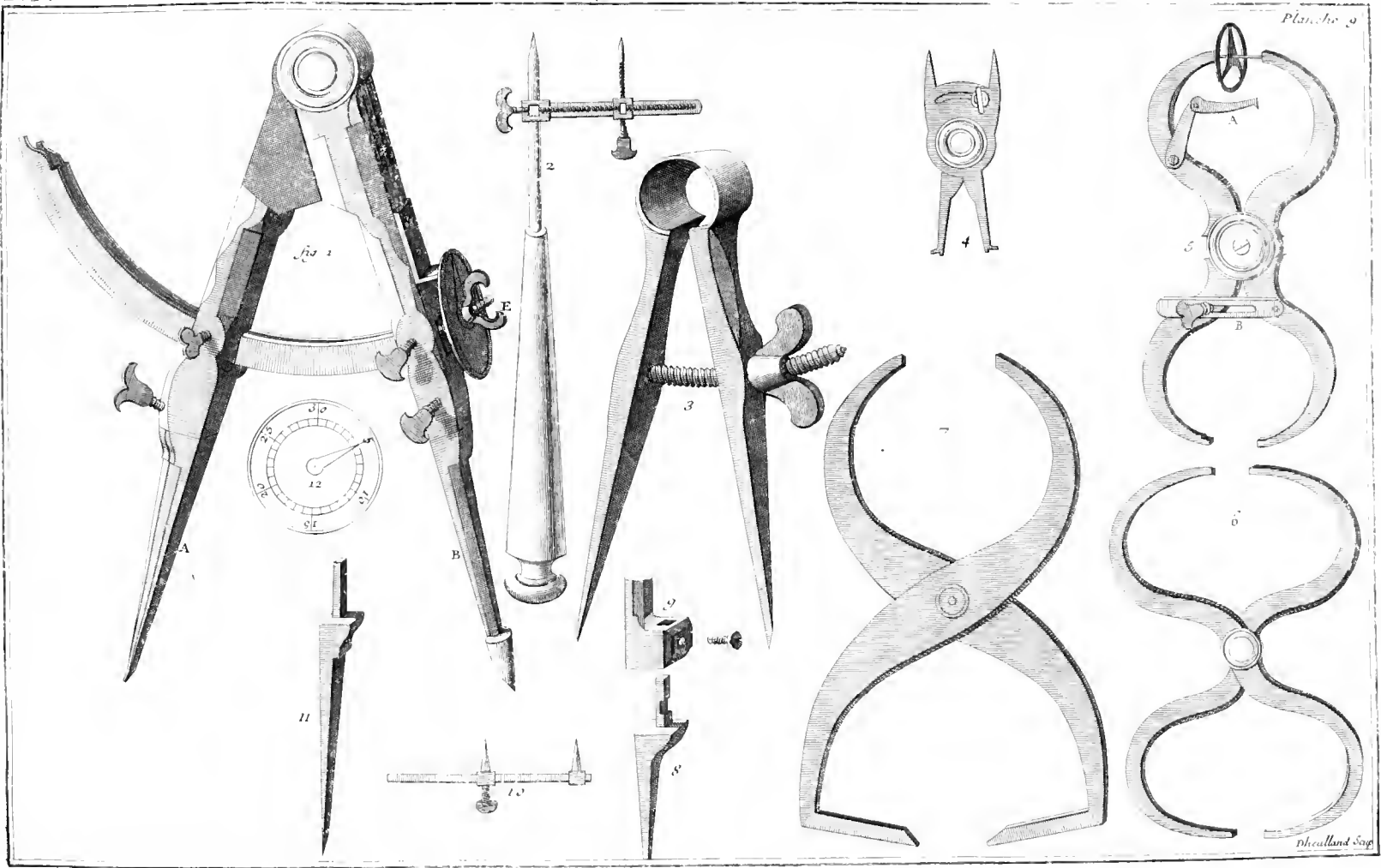


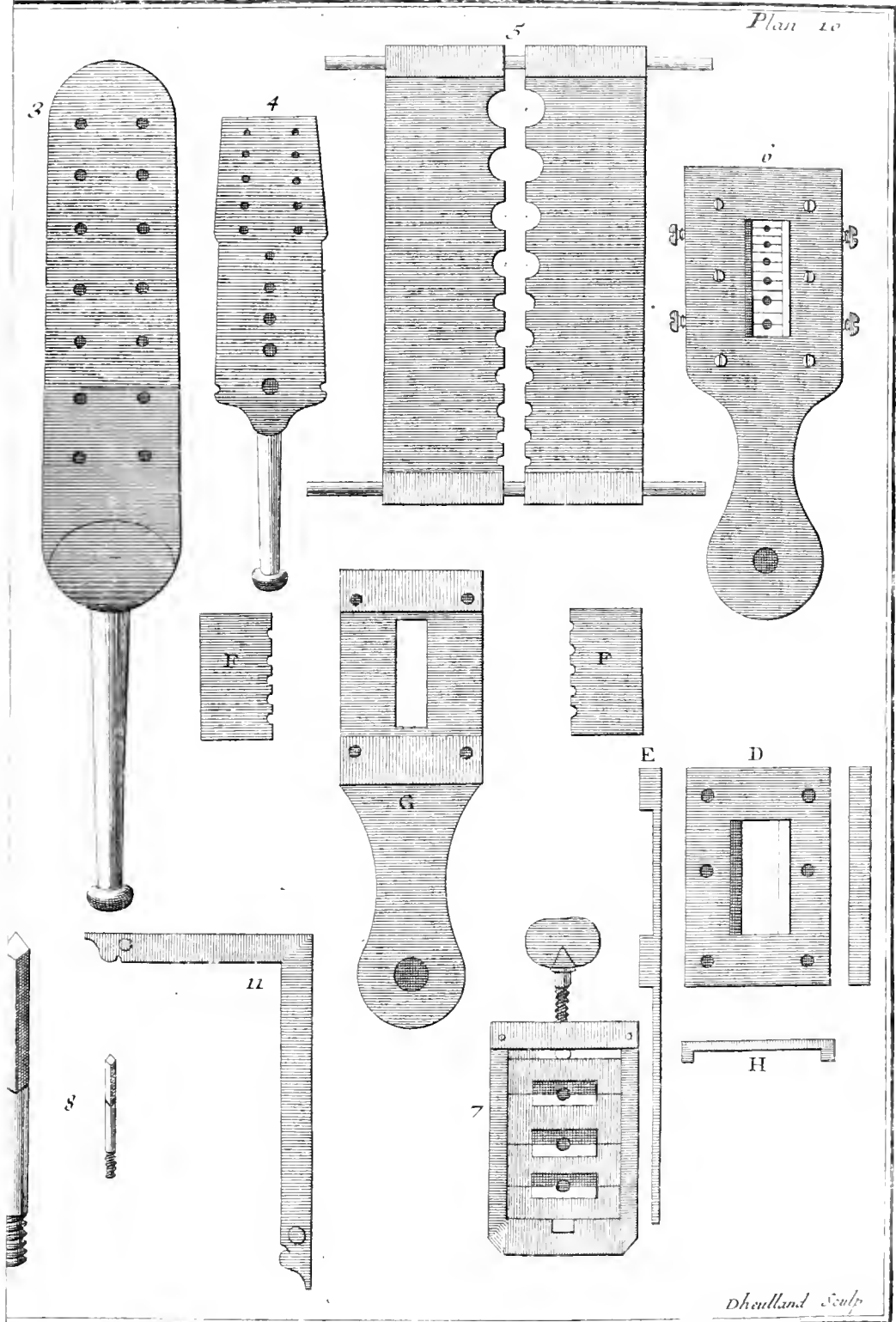


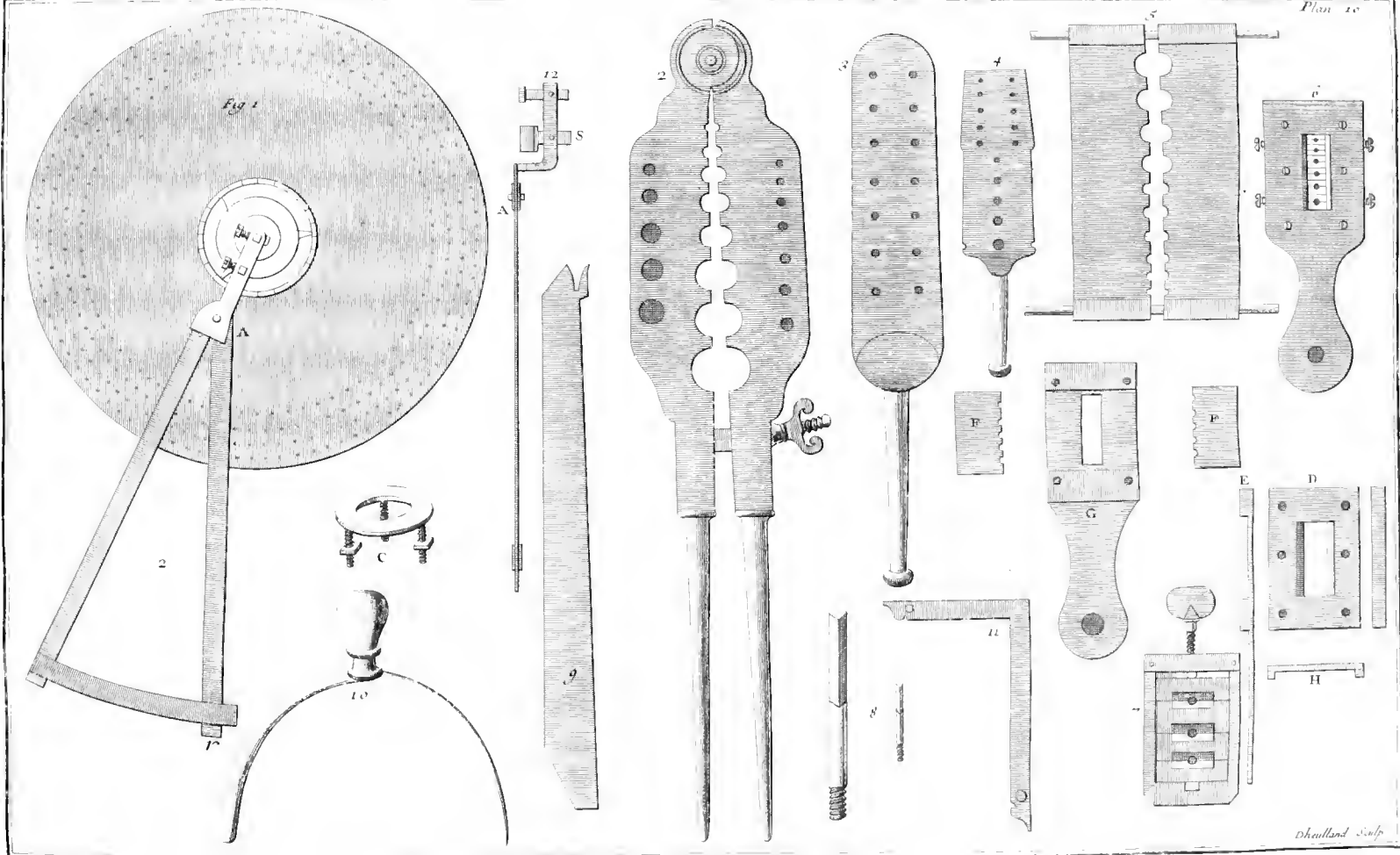




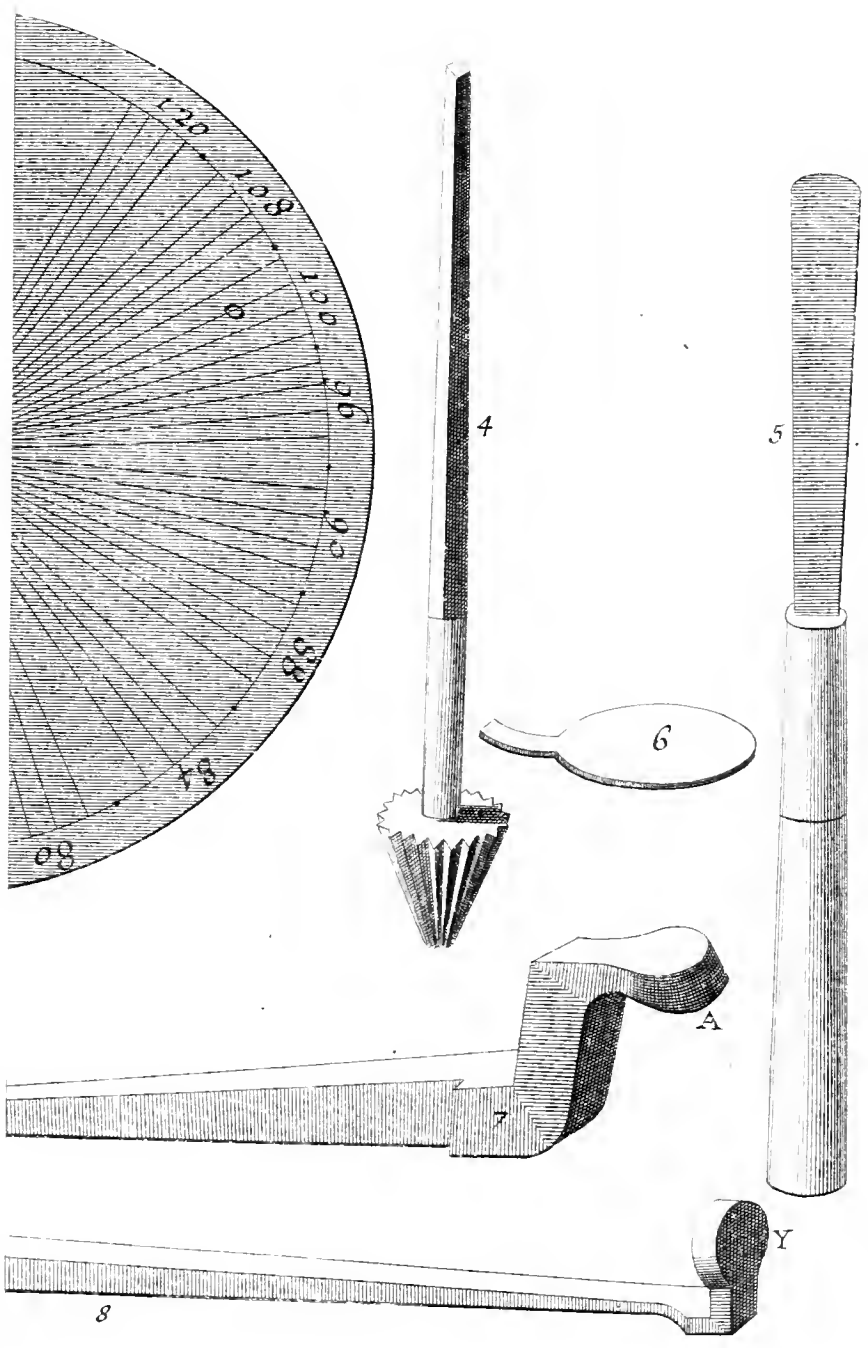


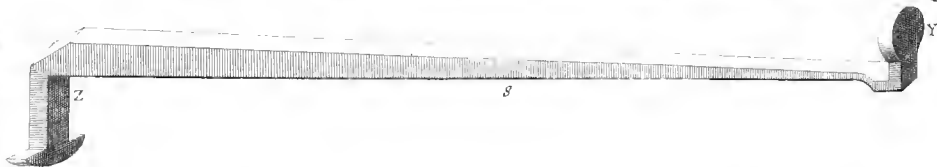
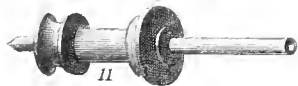
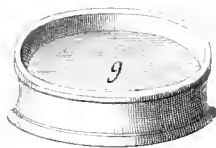
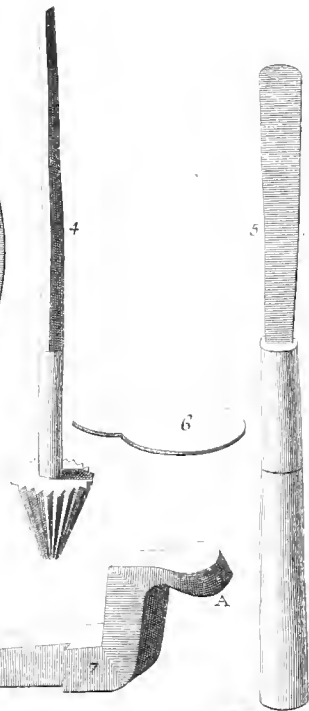
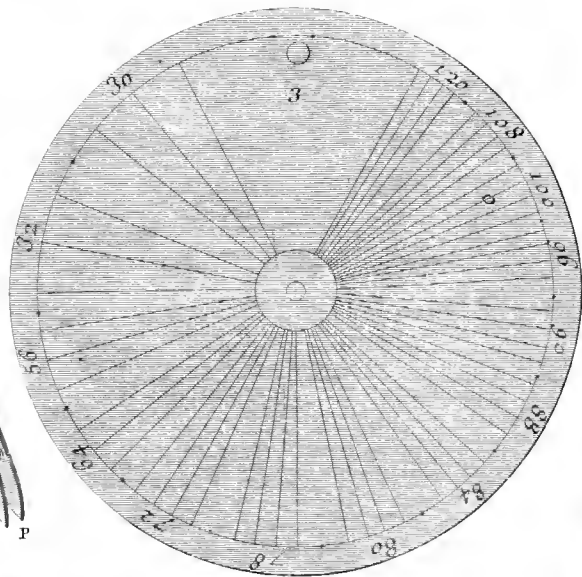
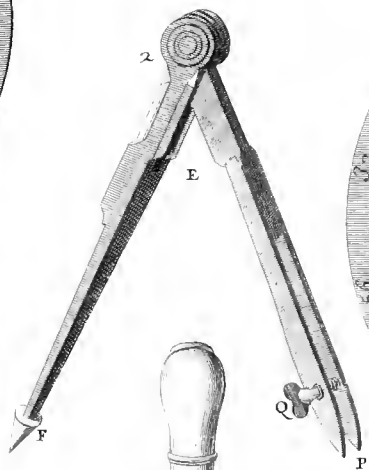
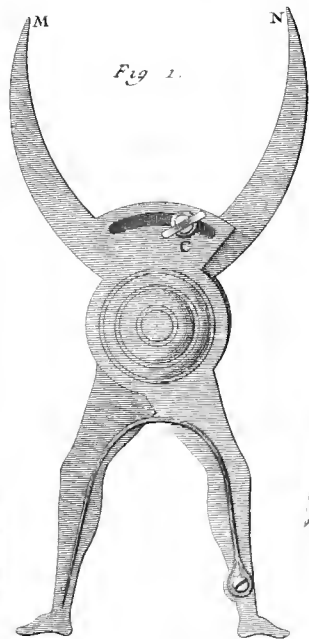


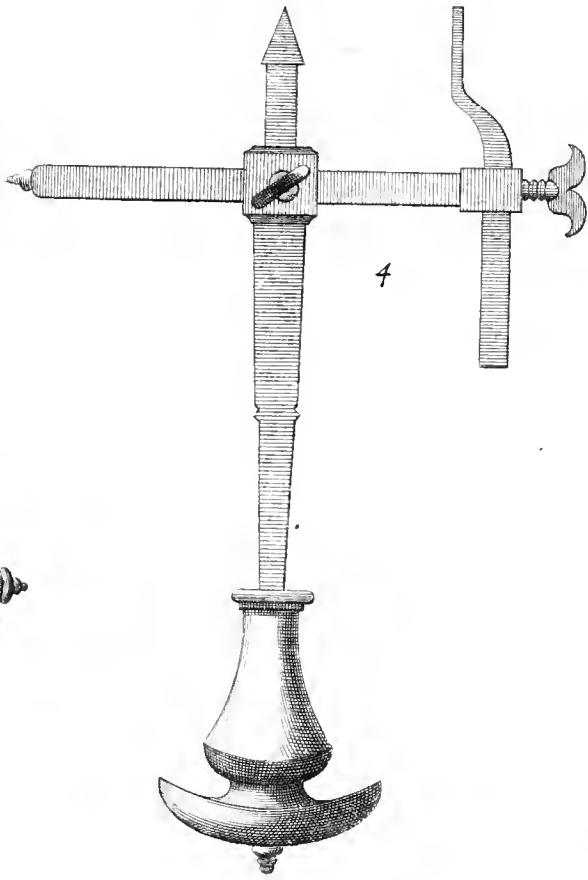
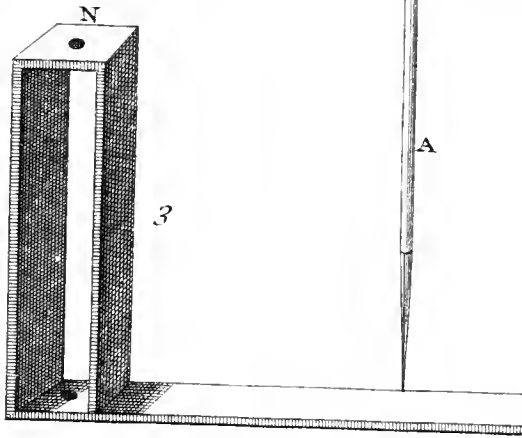
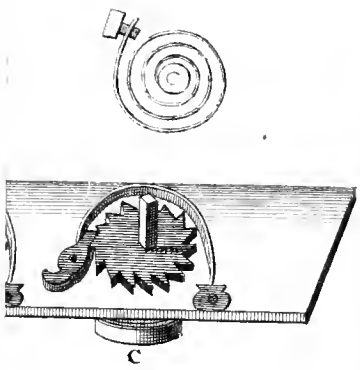












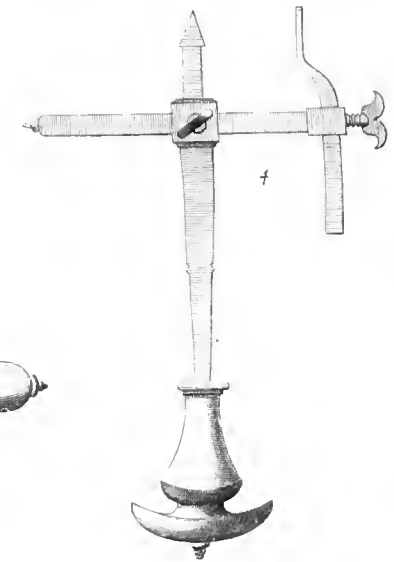
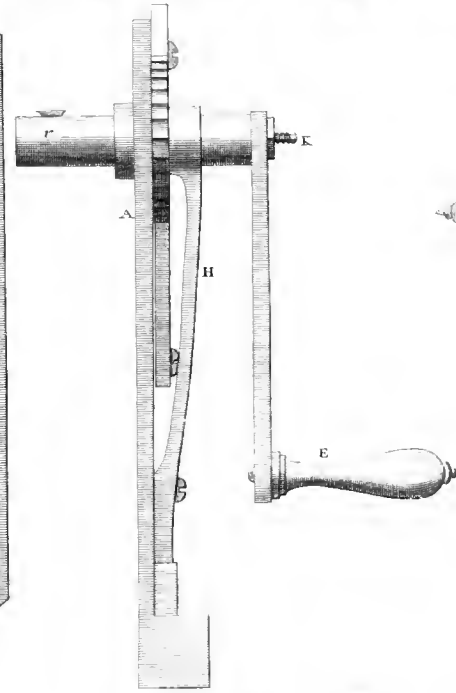
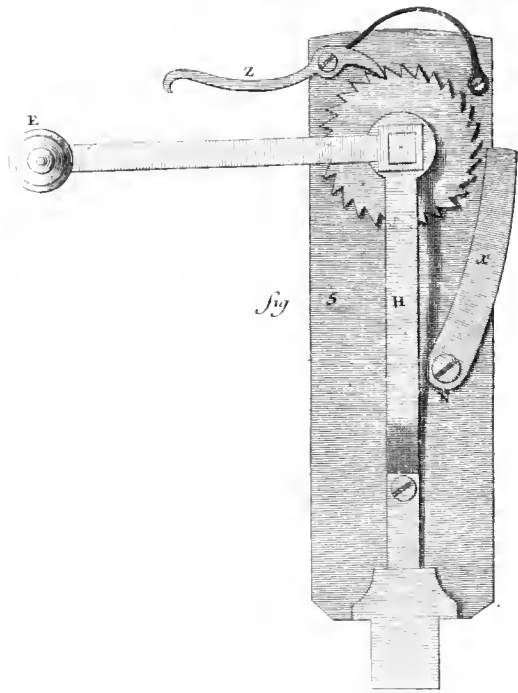
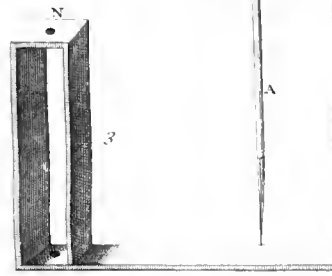
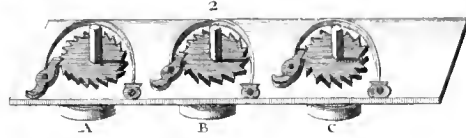
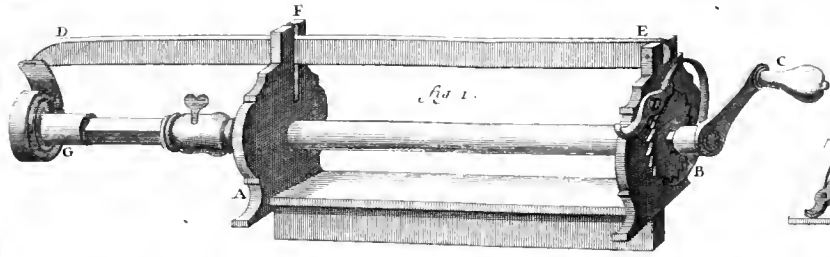
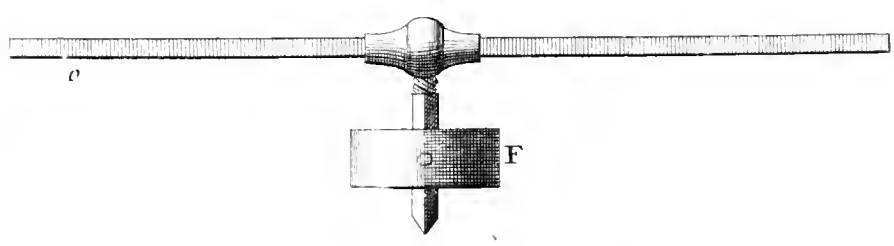
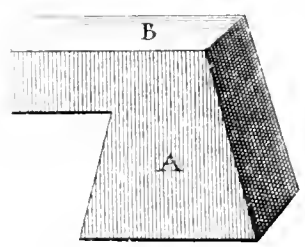
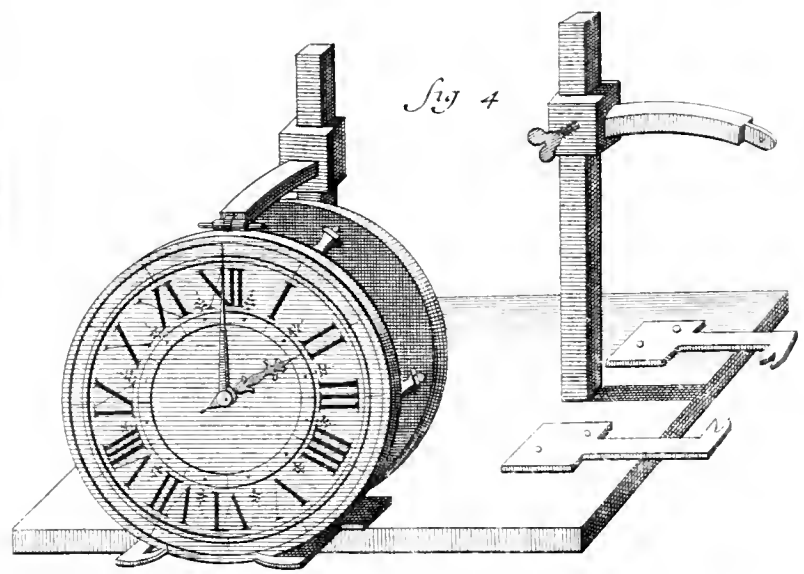
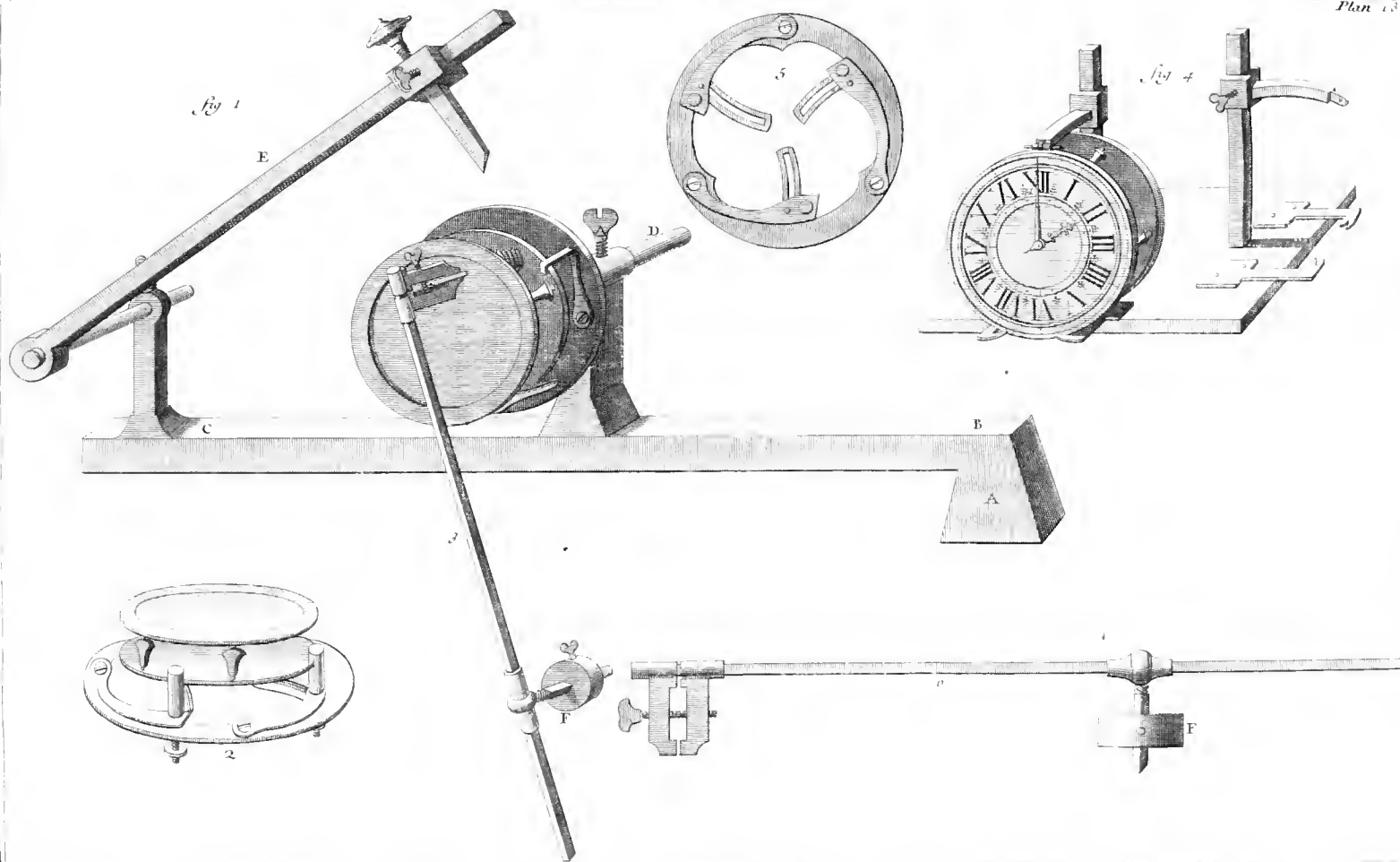


Fig 4





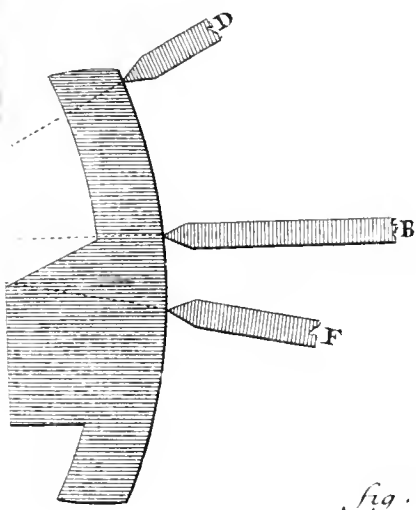


fig. 6.

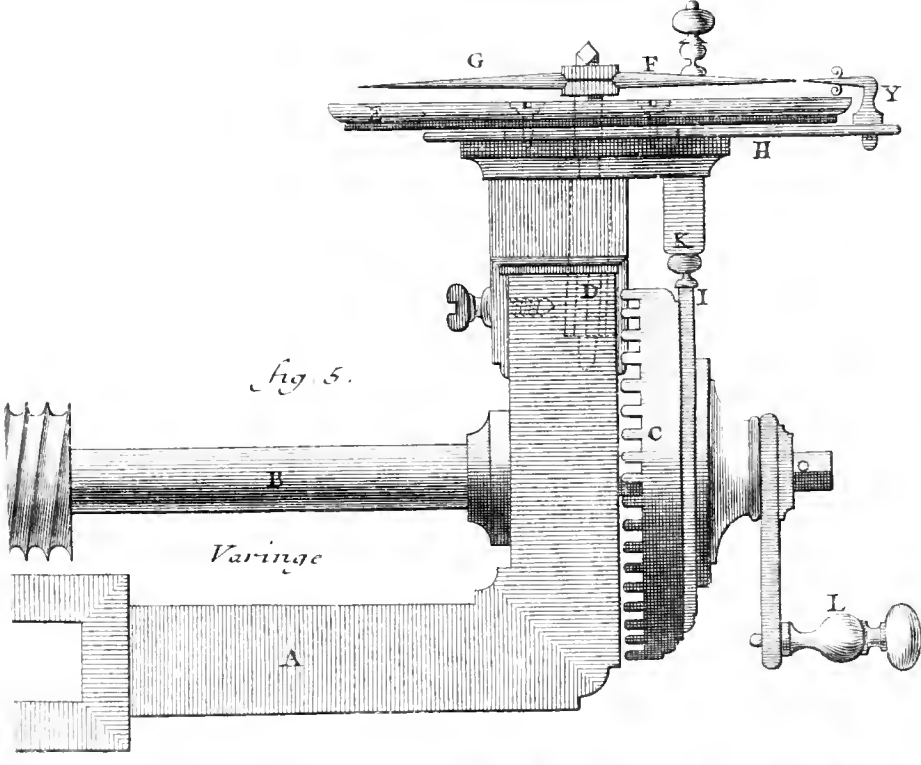
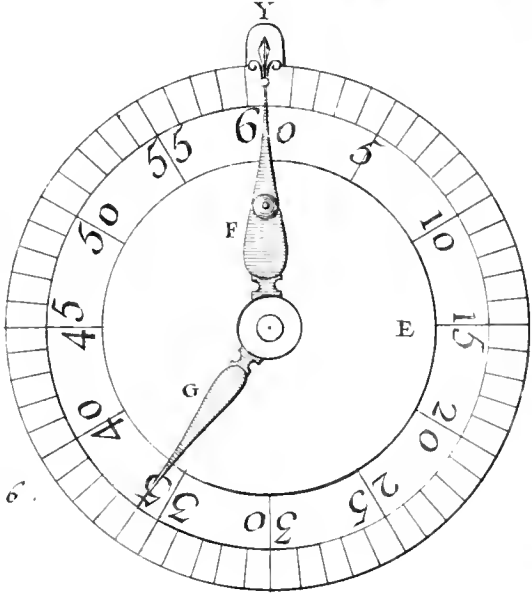
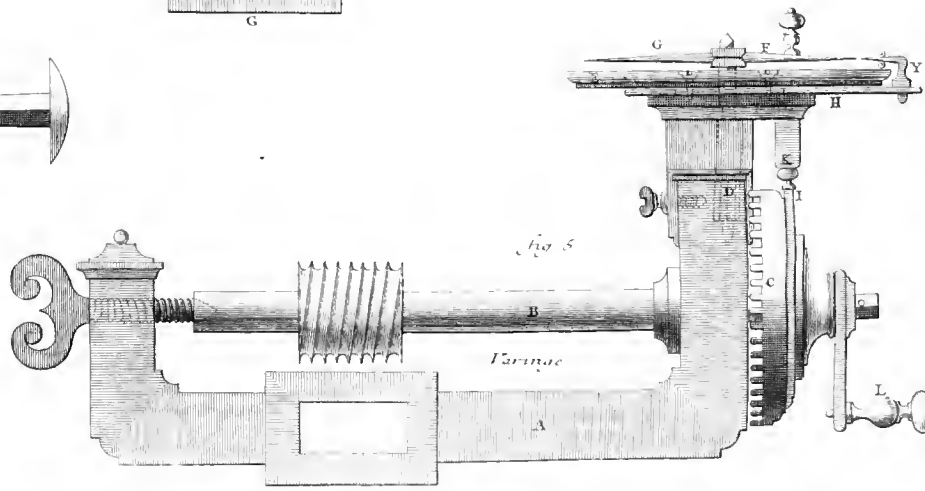
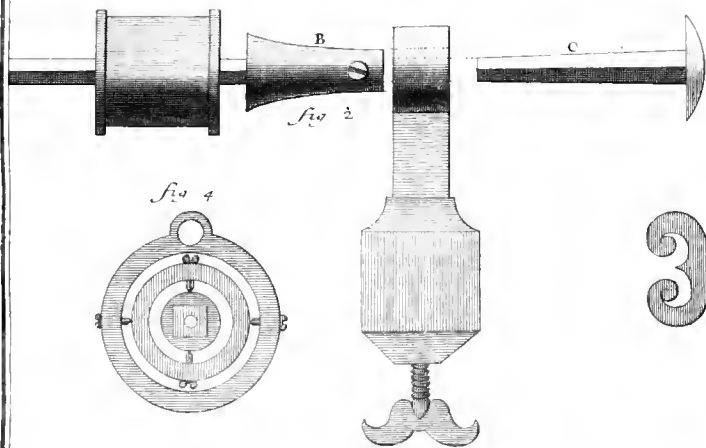
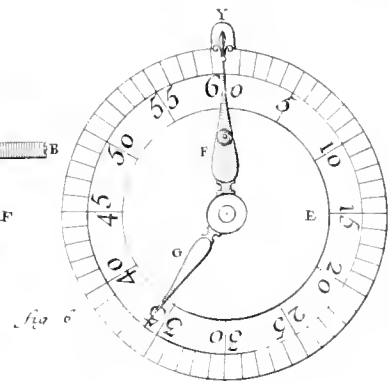
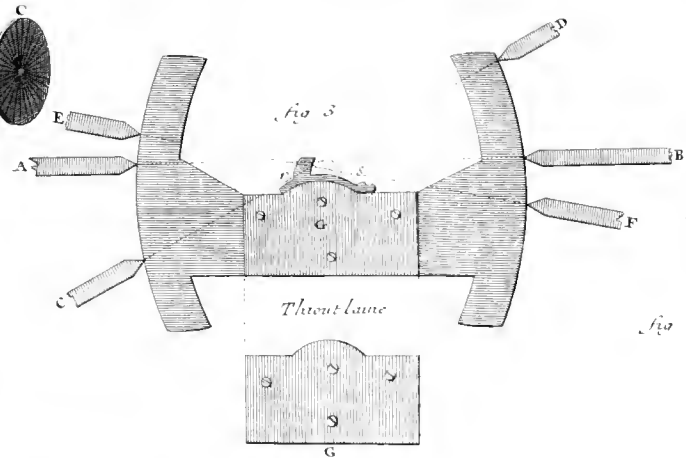
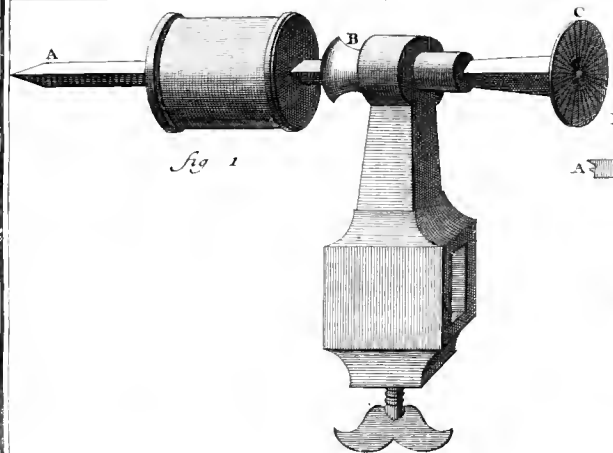
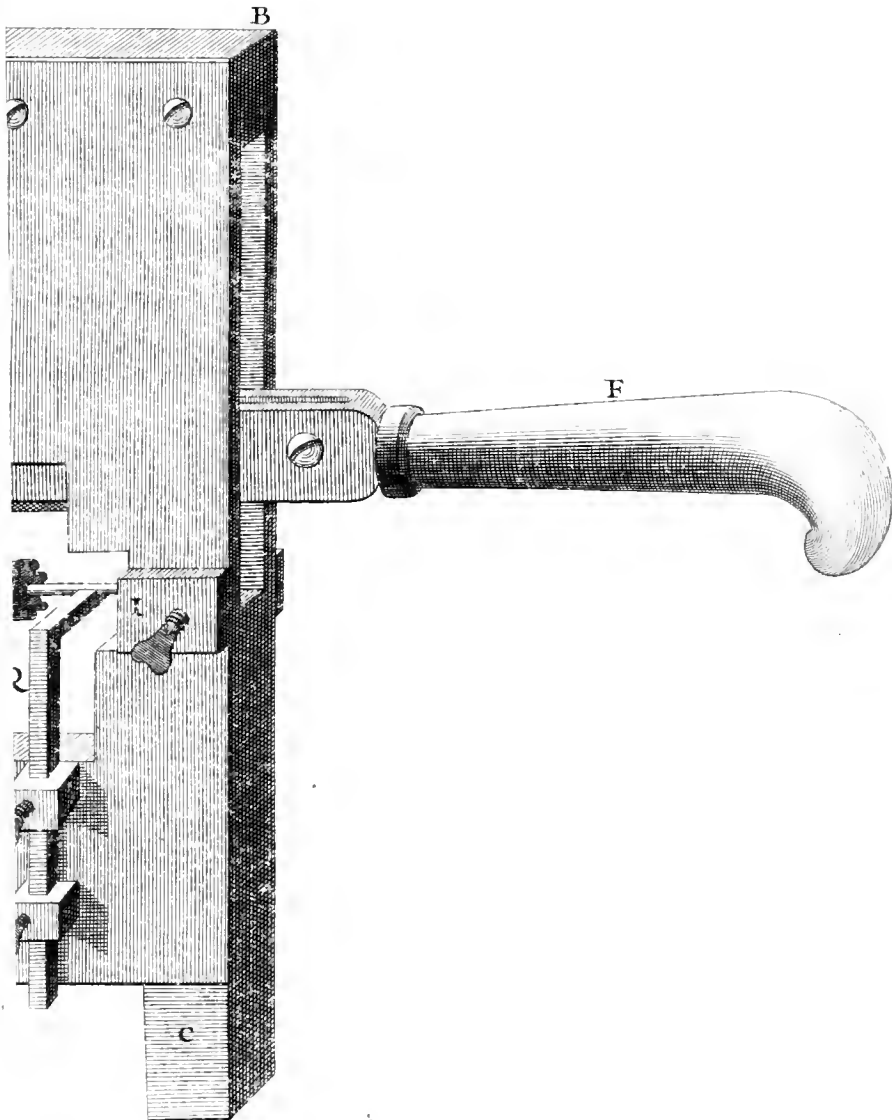


fig. 5.

Varinge







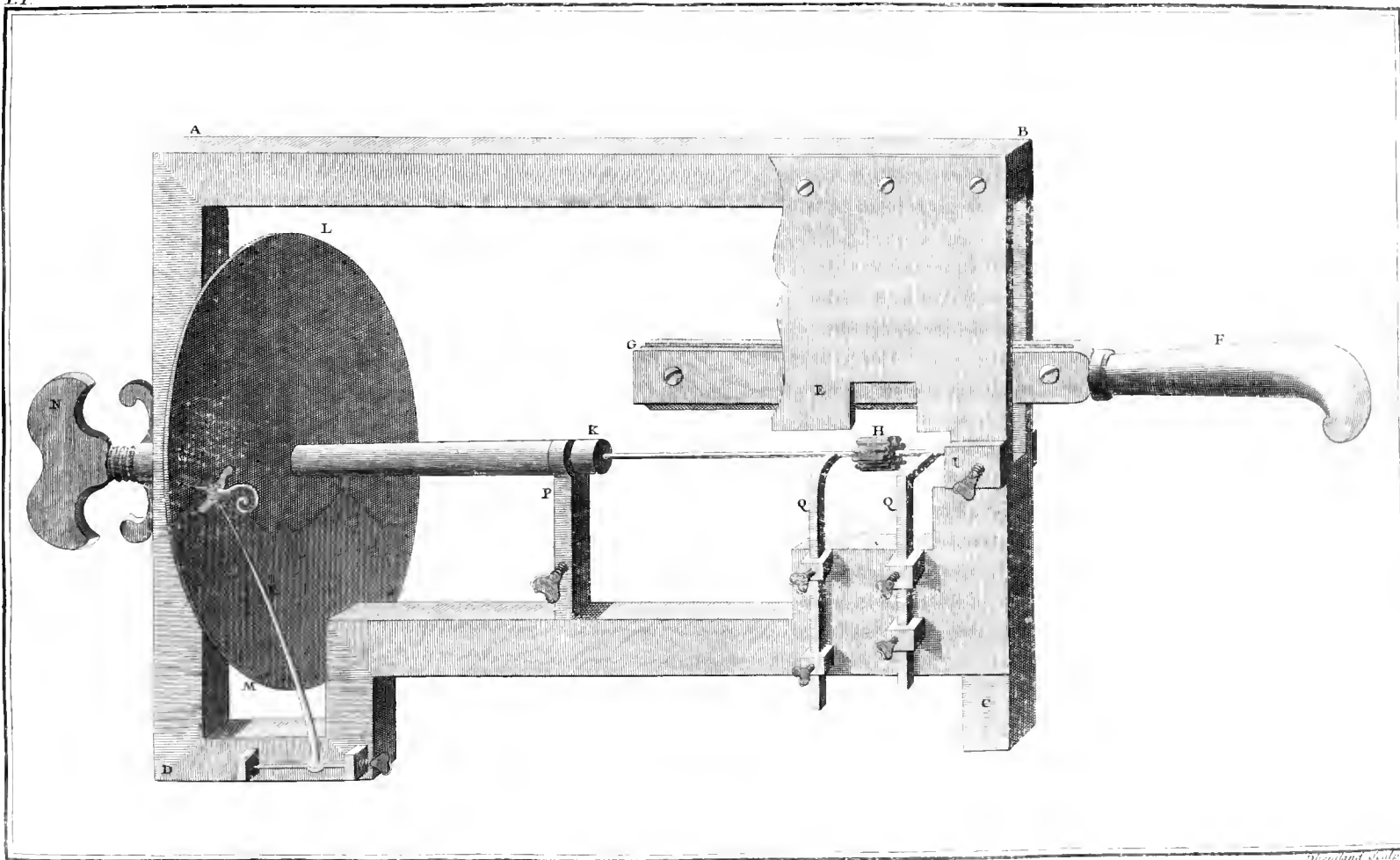
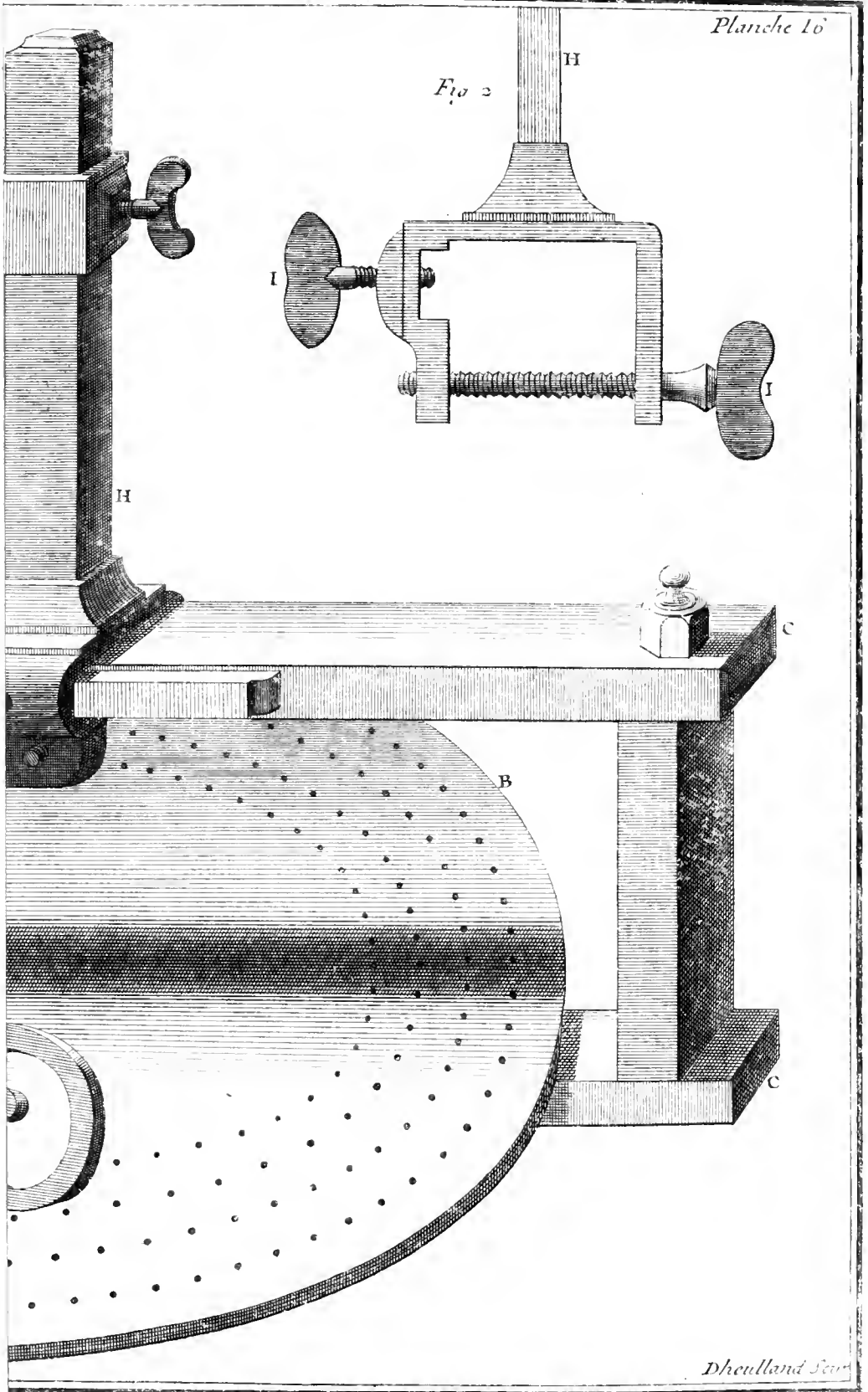
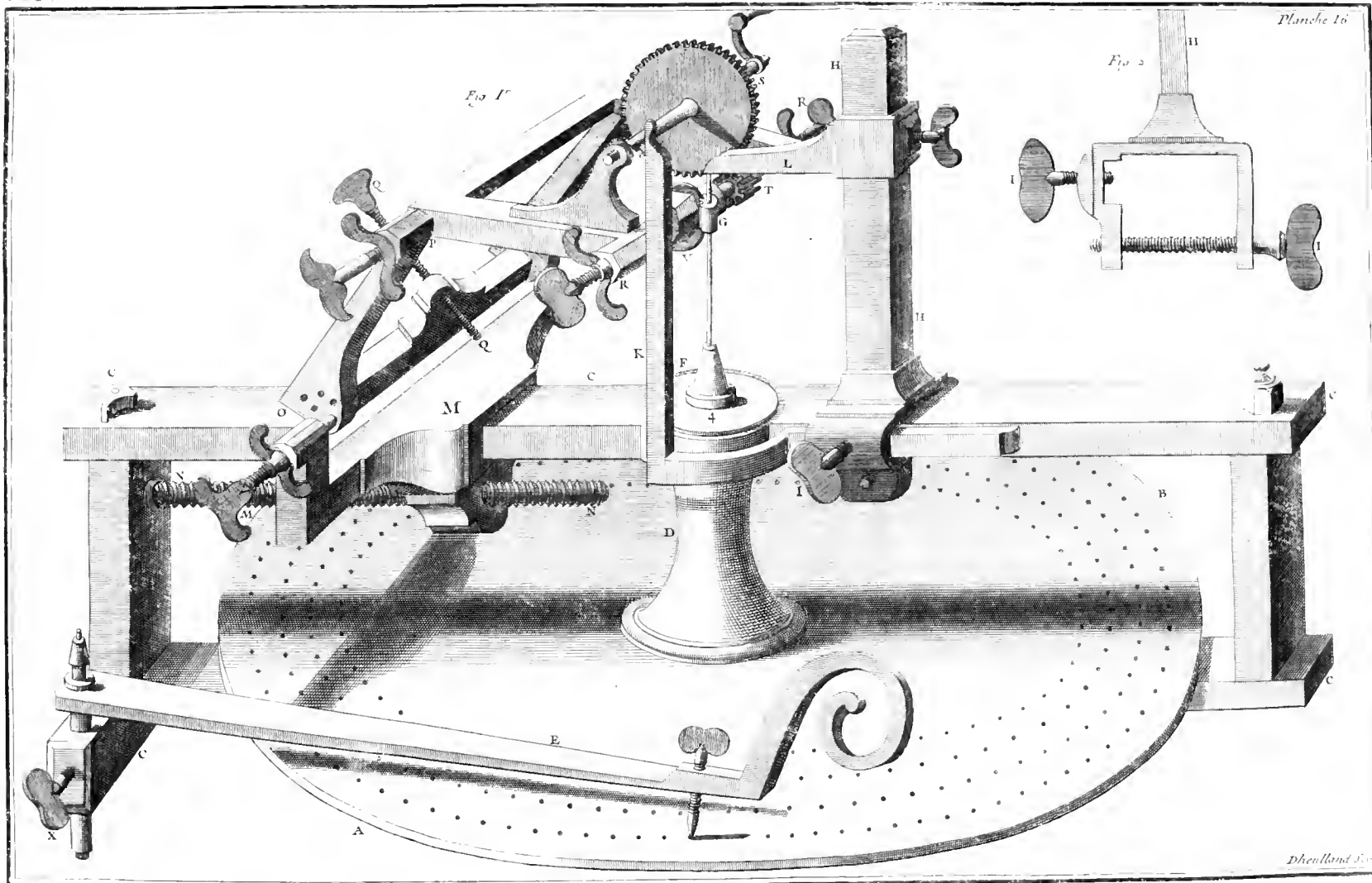
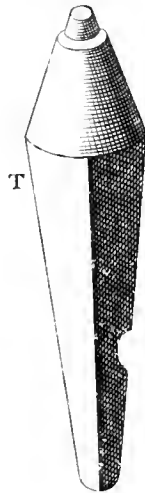
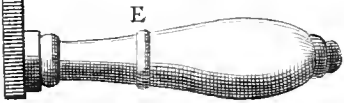
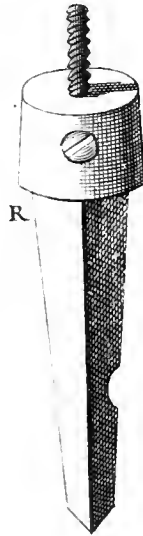
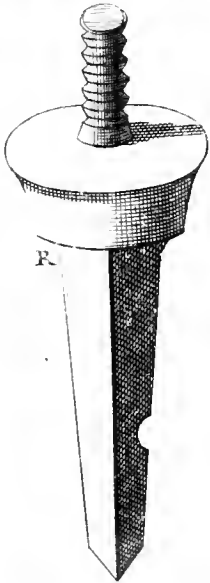
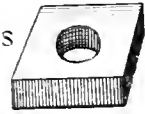
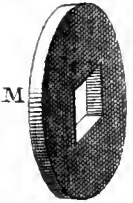
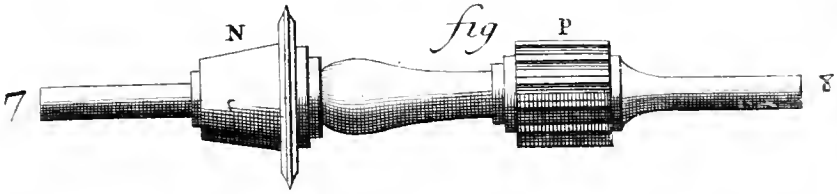
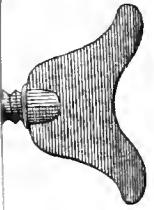


Fig 2







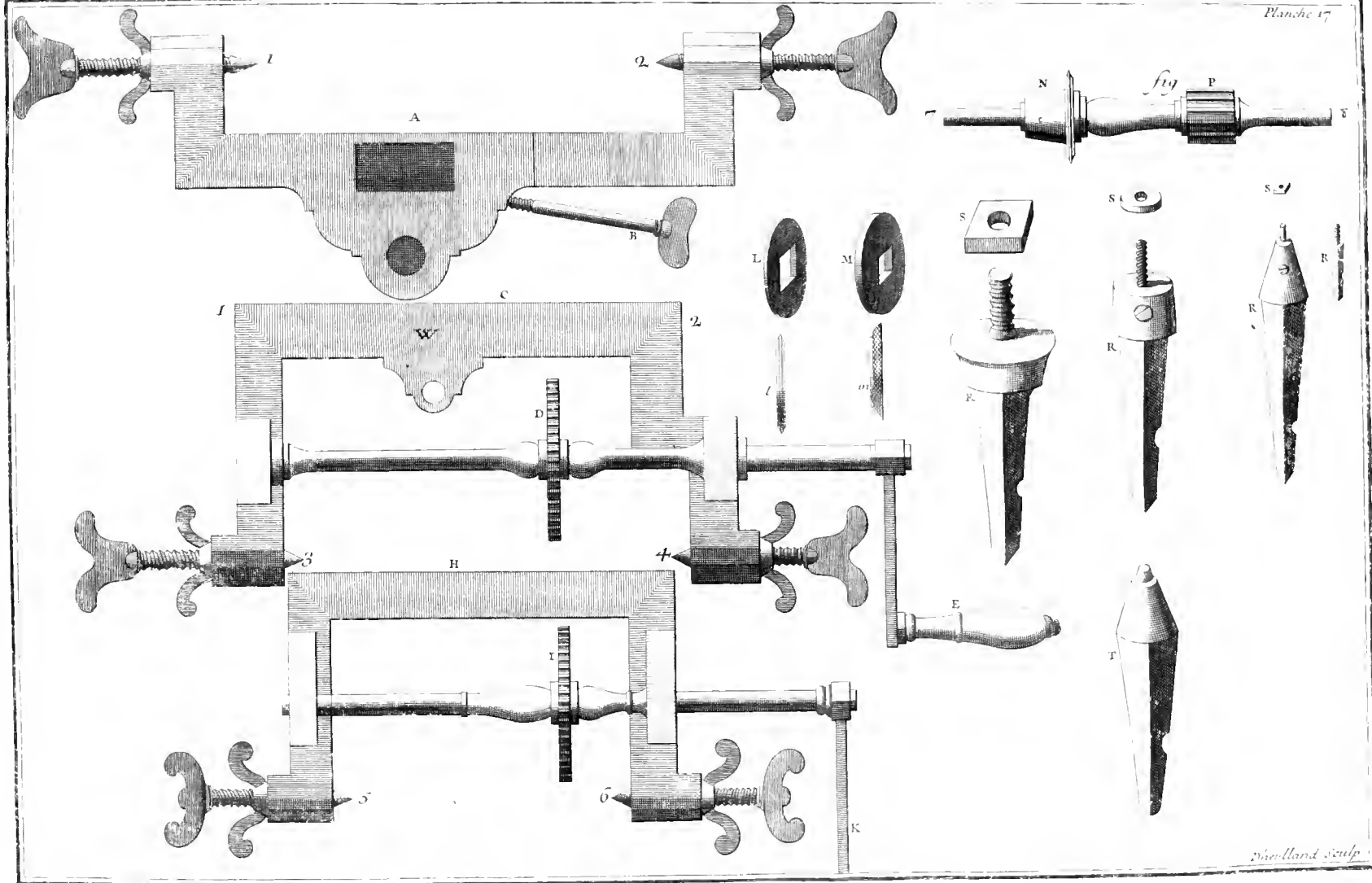
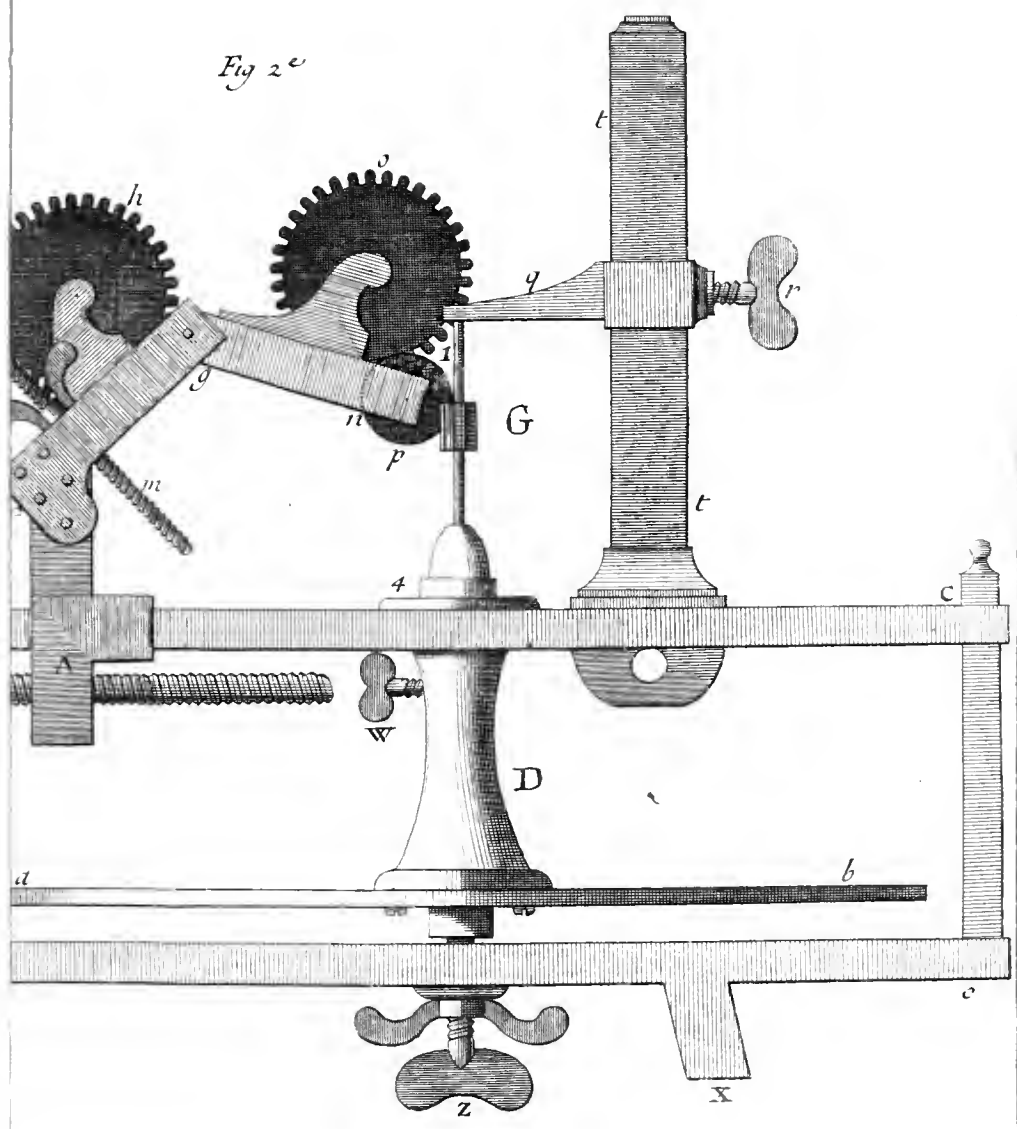
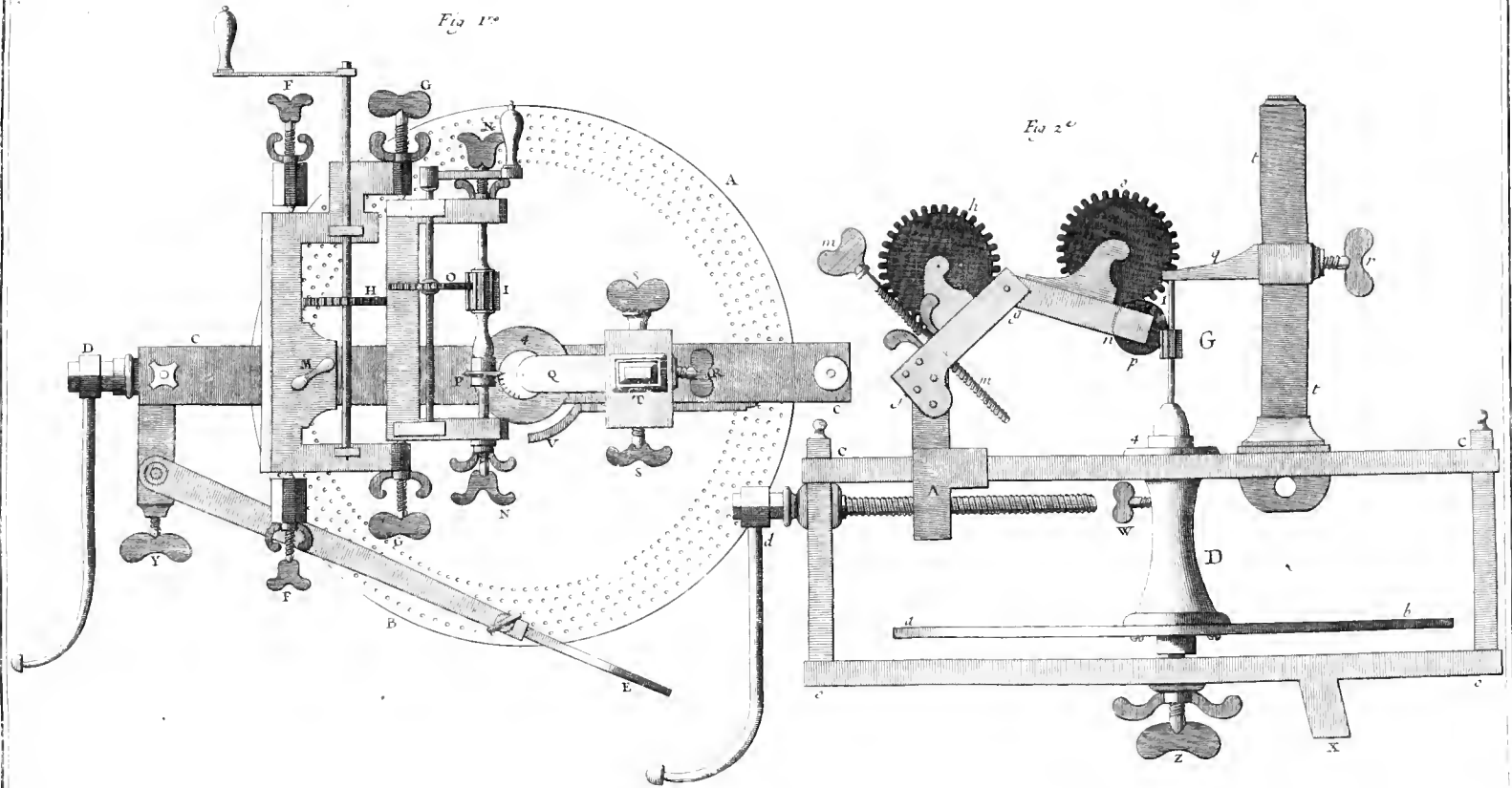
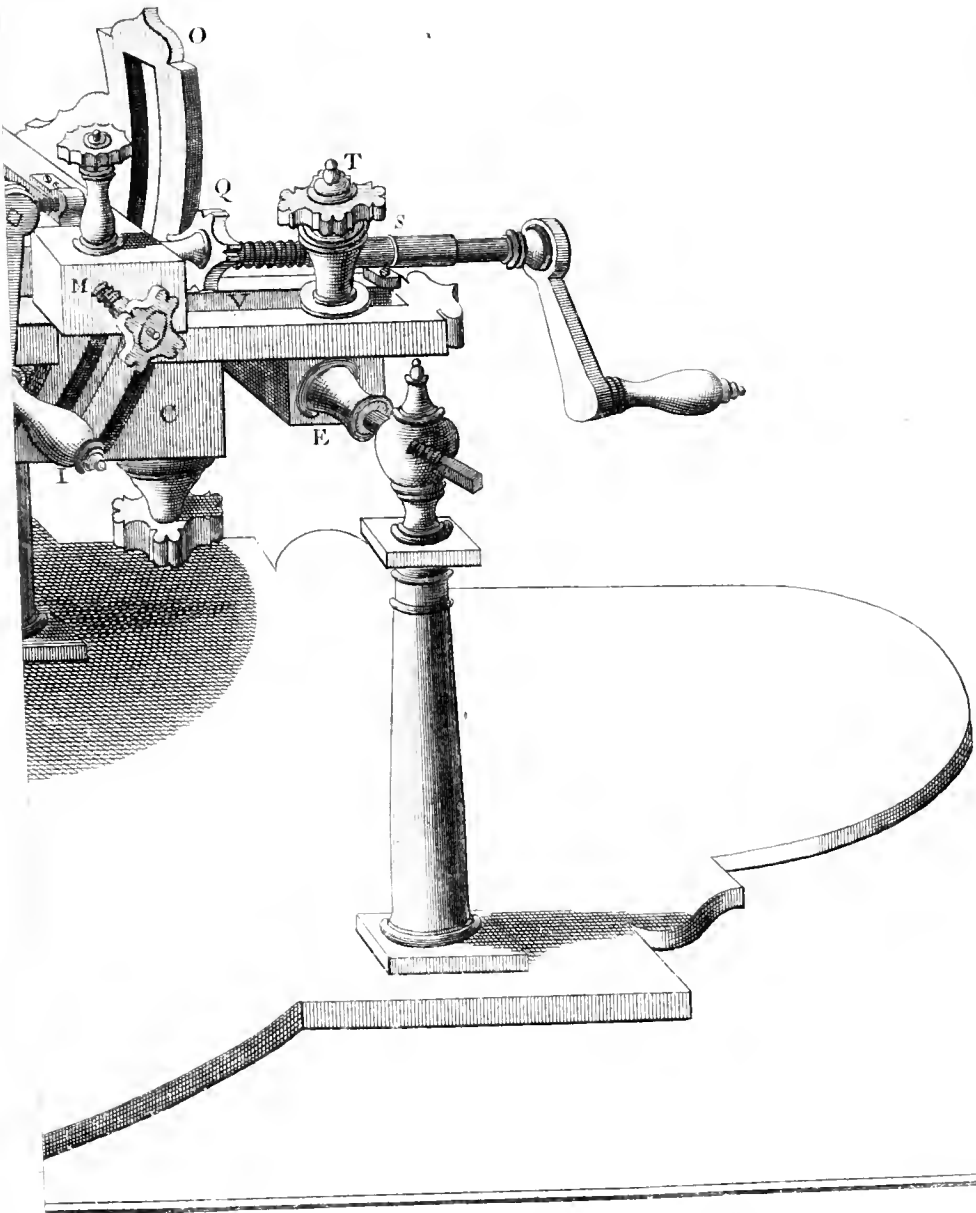


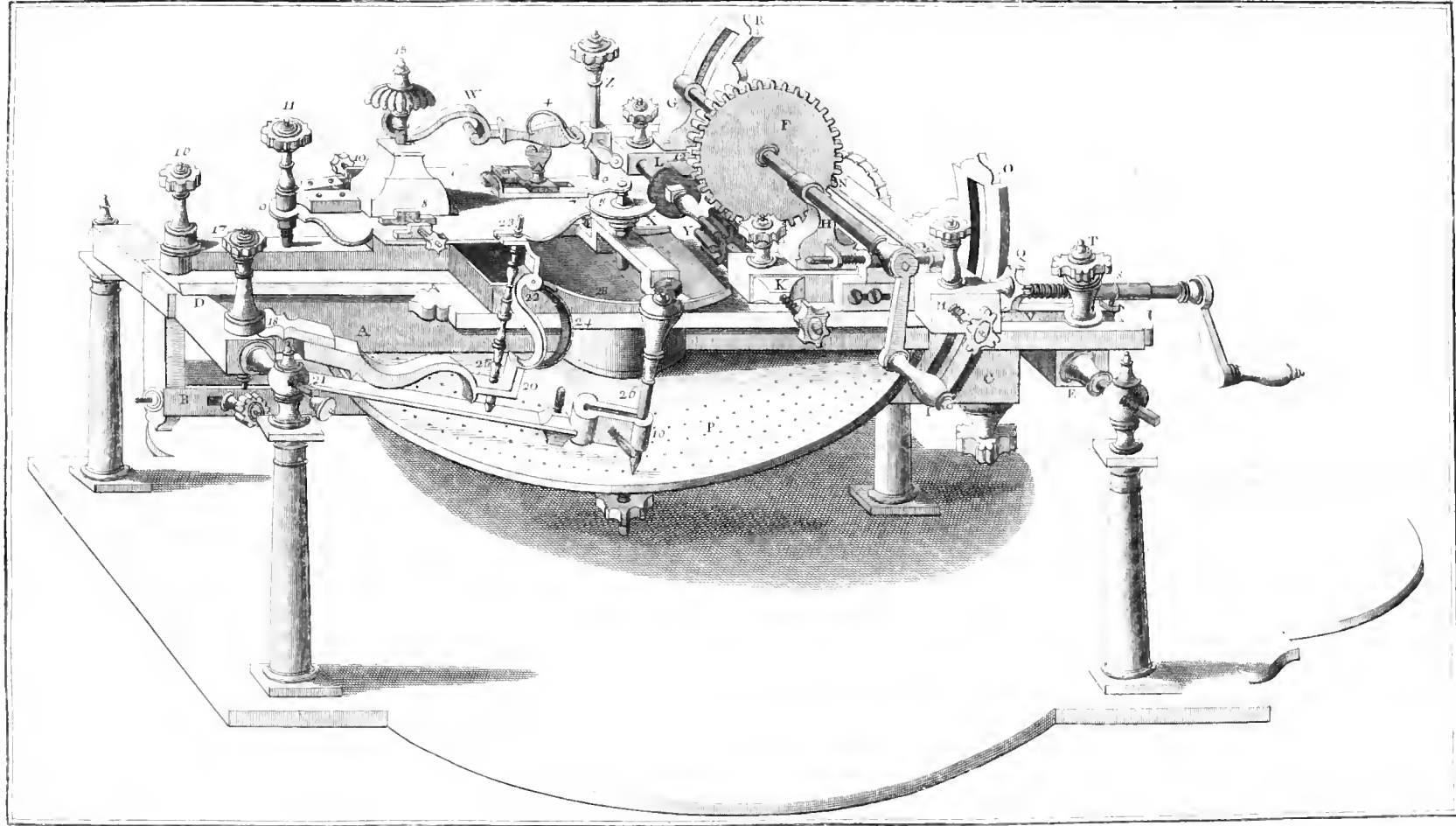
Fig 2<sup>e</sup>

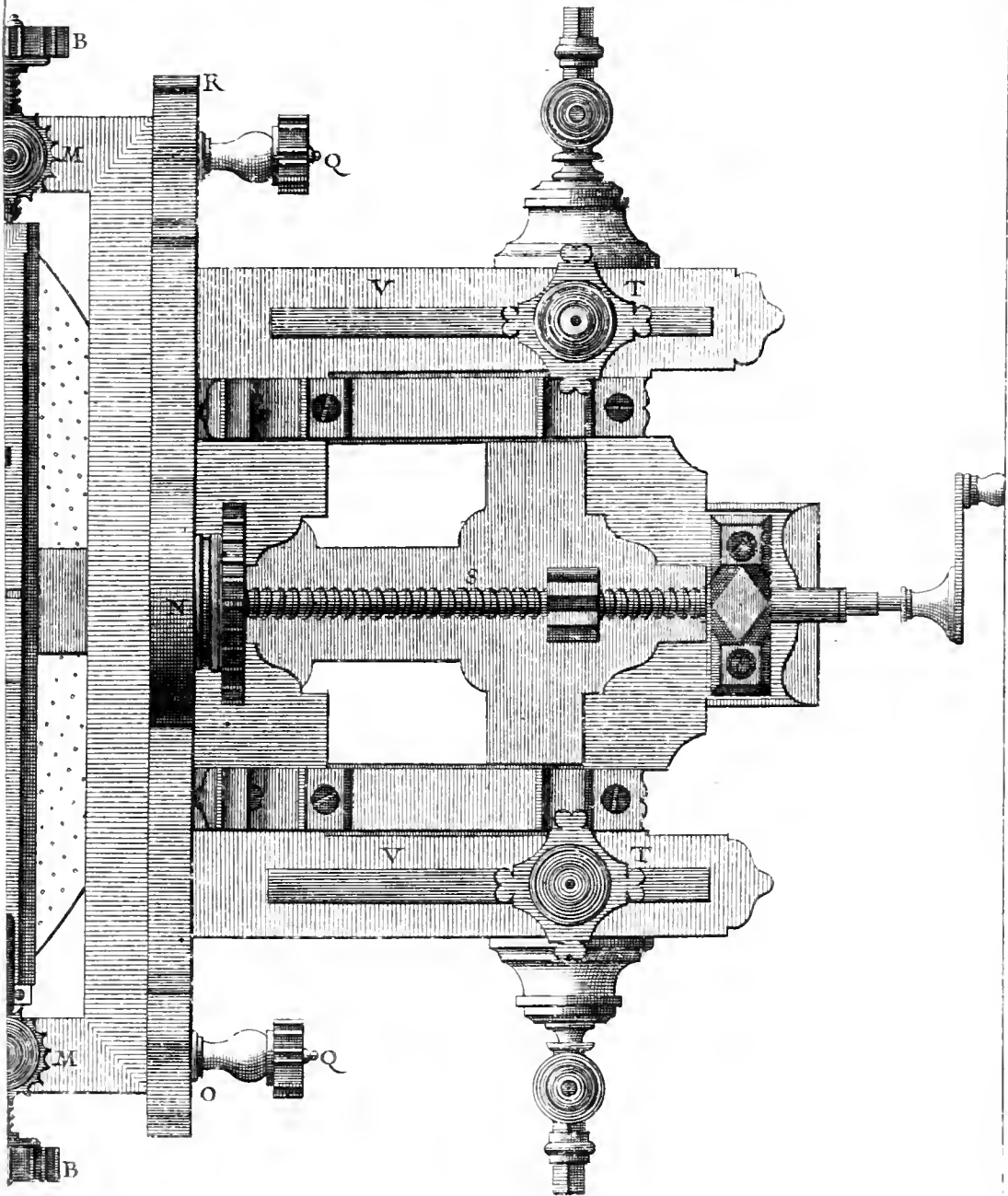


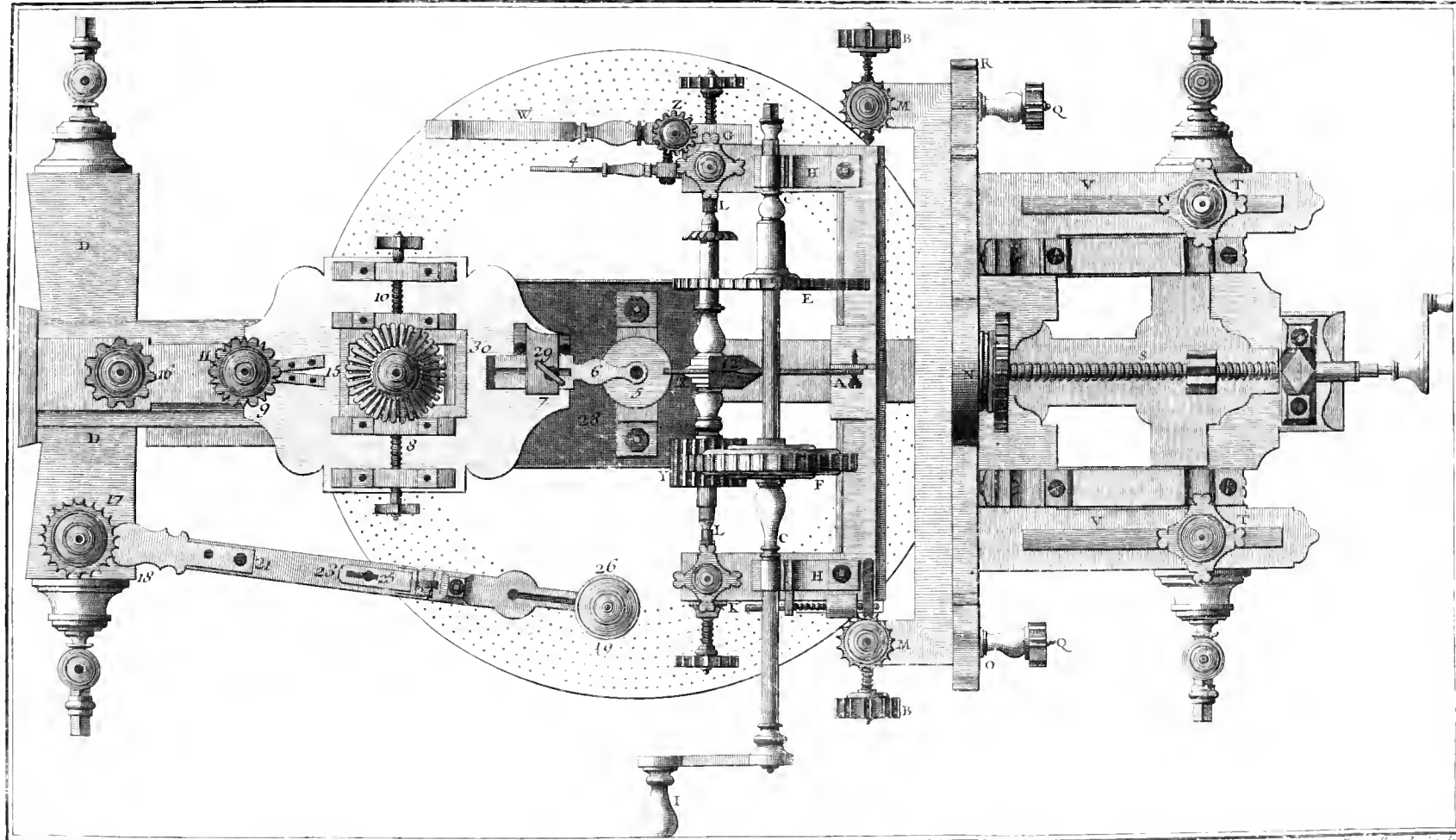


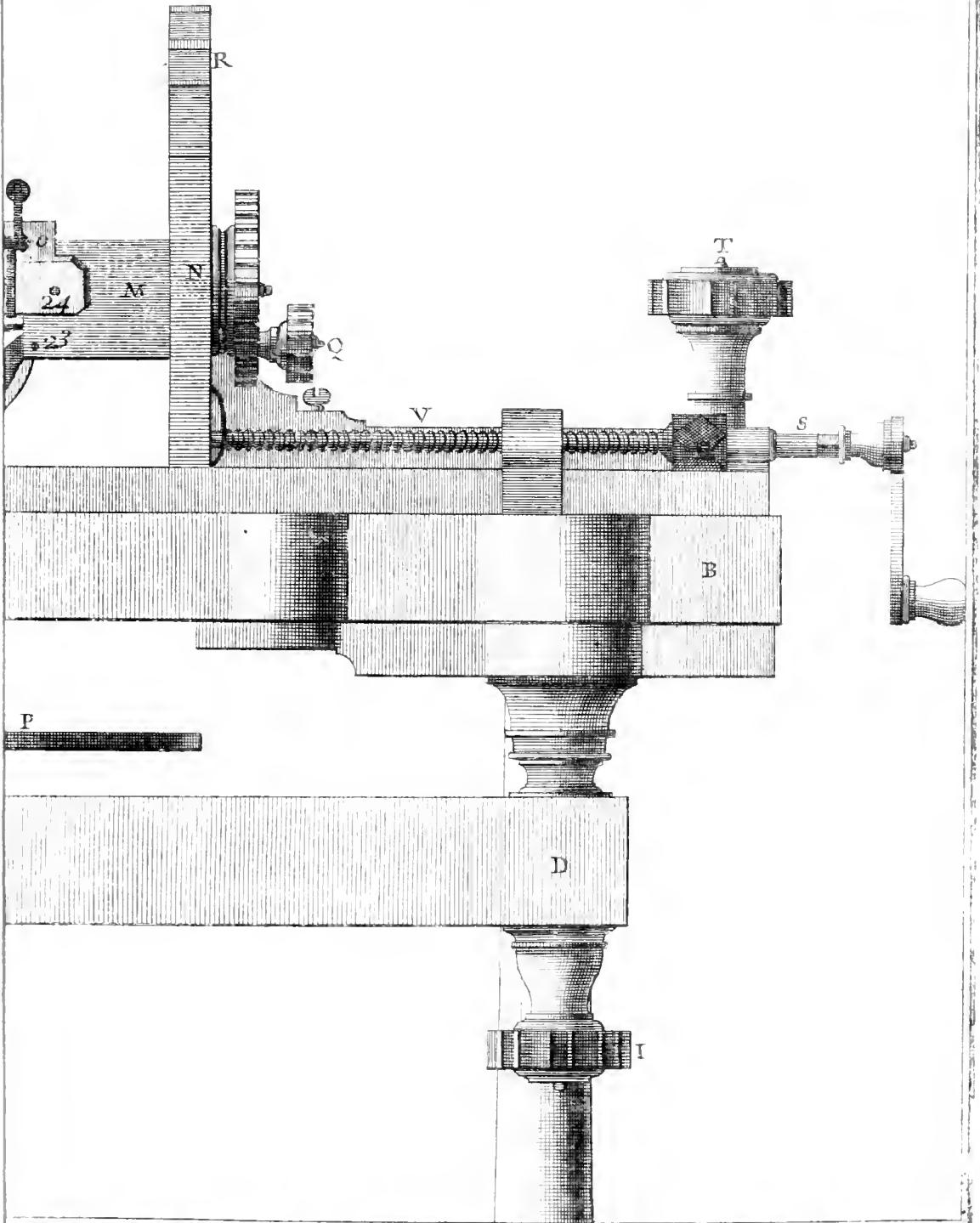












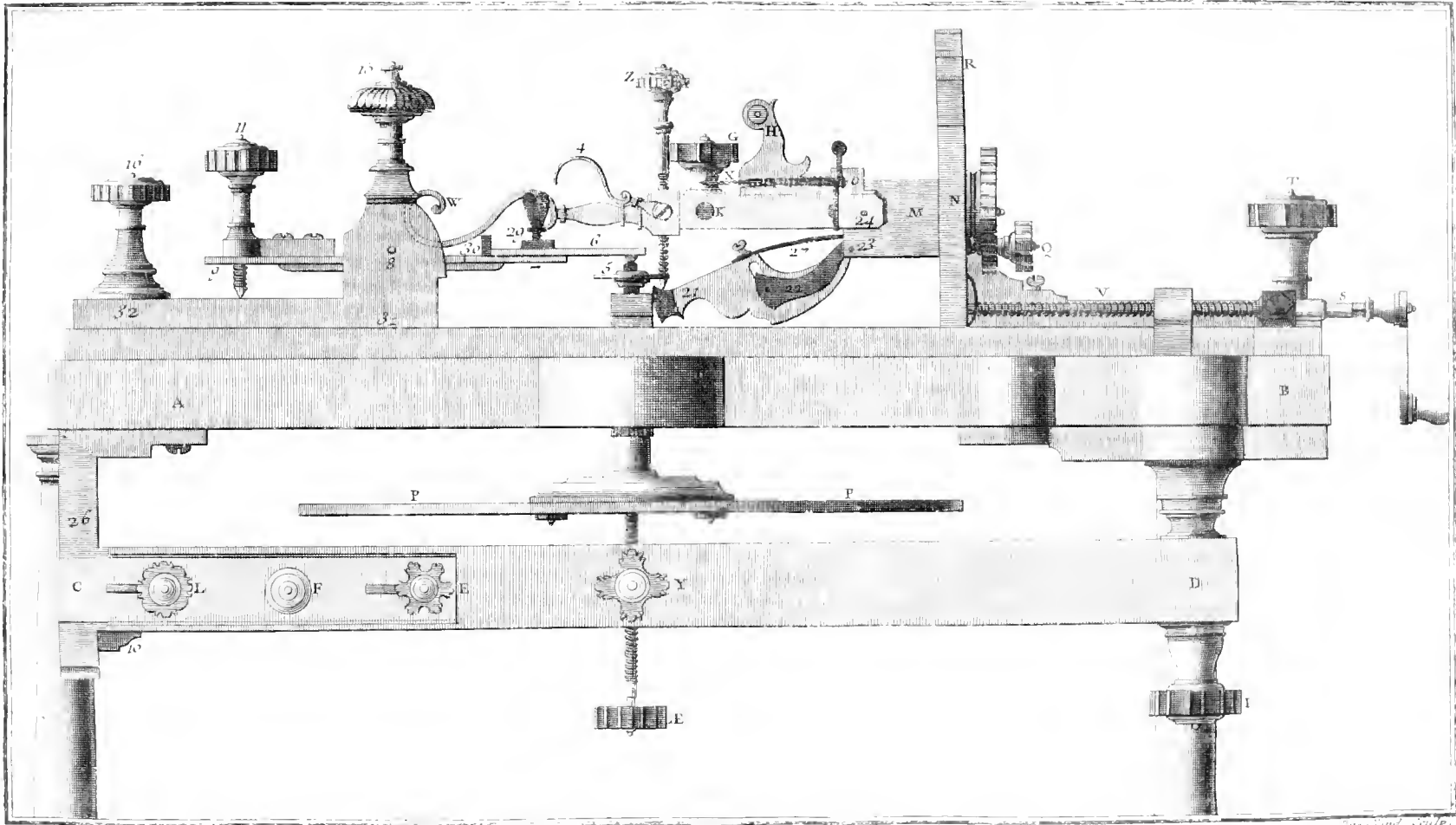
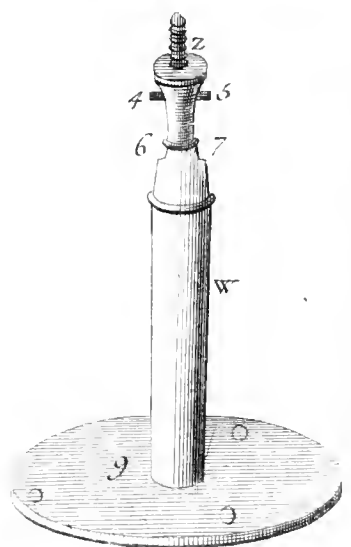
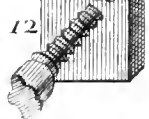
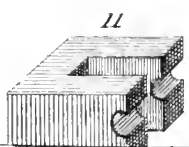
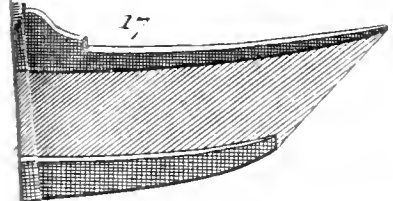
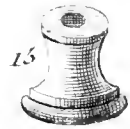
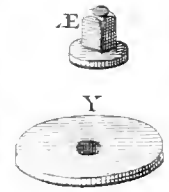
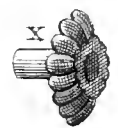
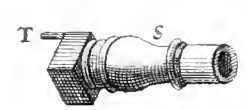
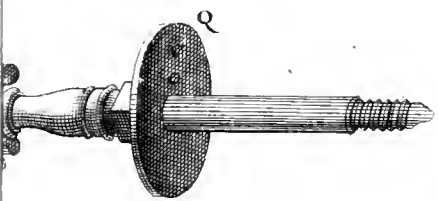
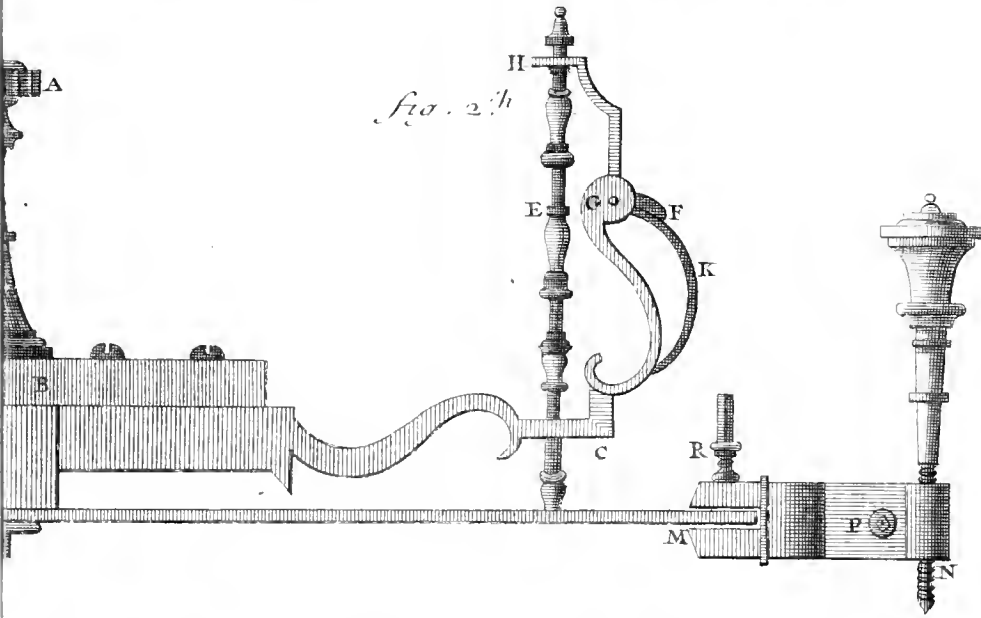
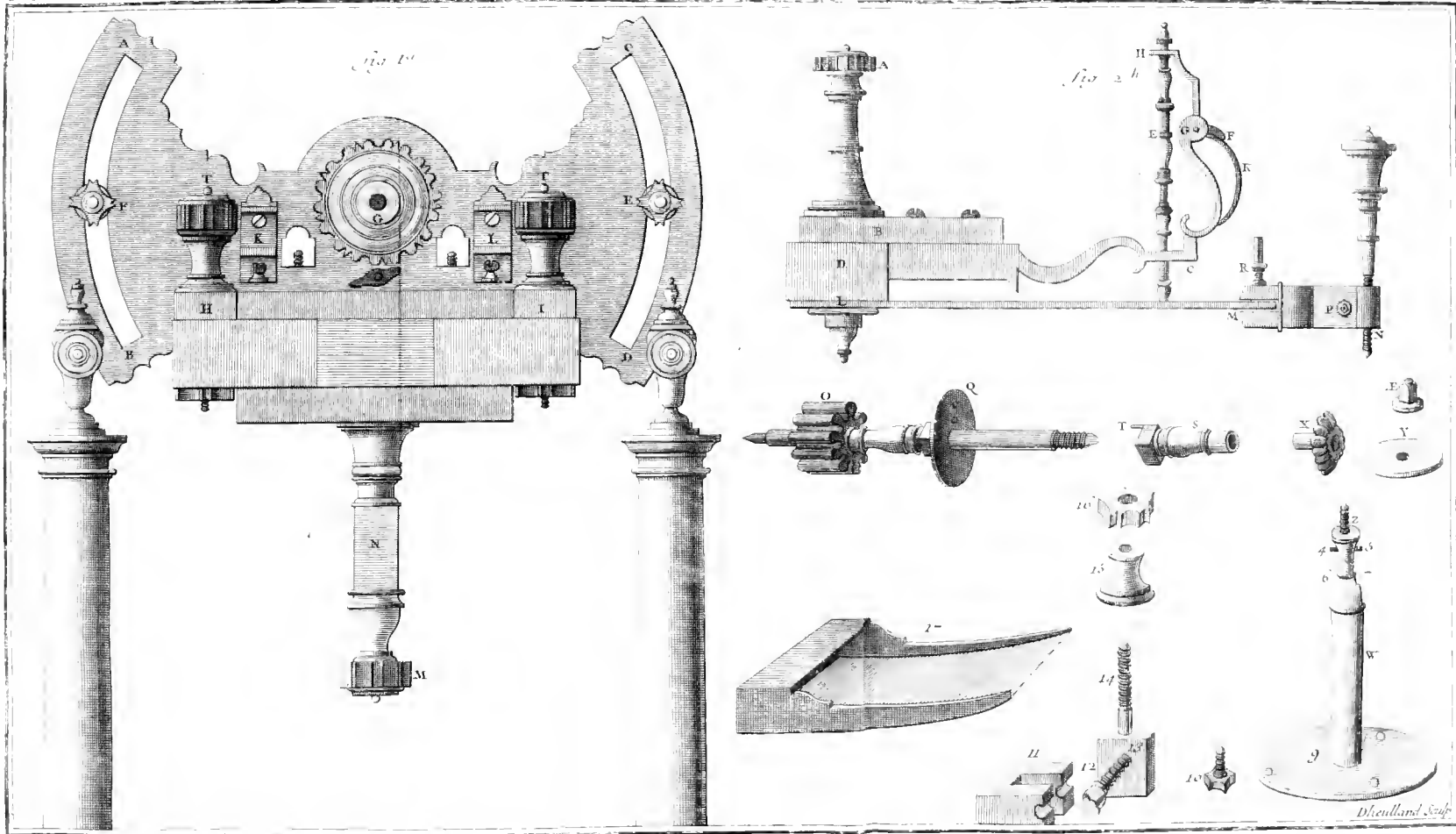
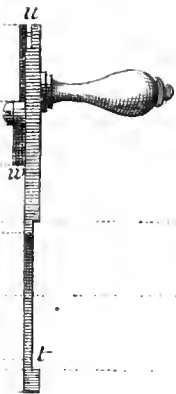
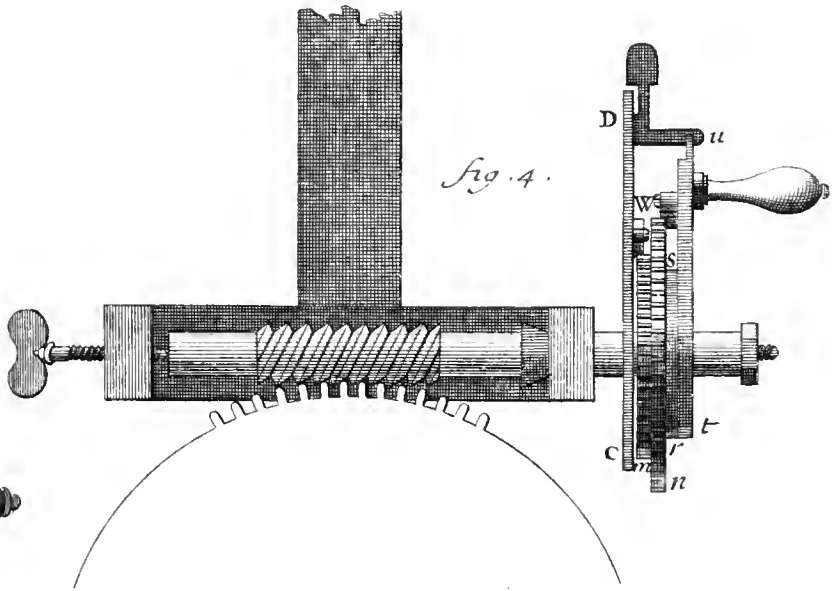
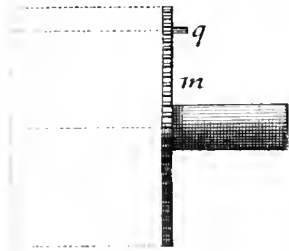
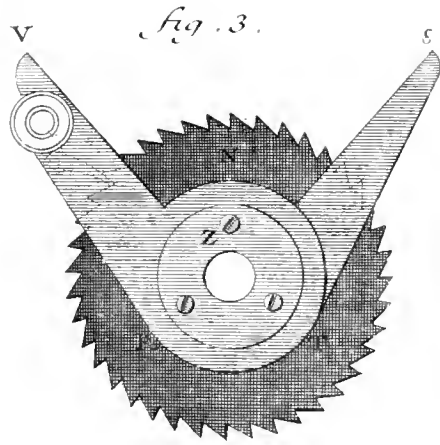
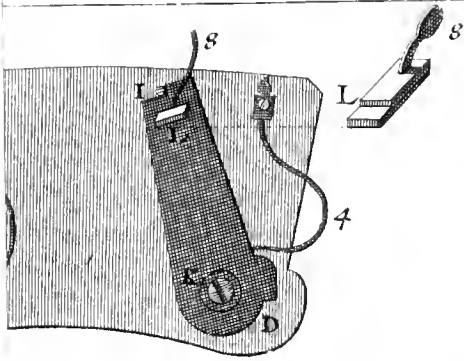


fig. 2<sup>h</sup>









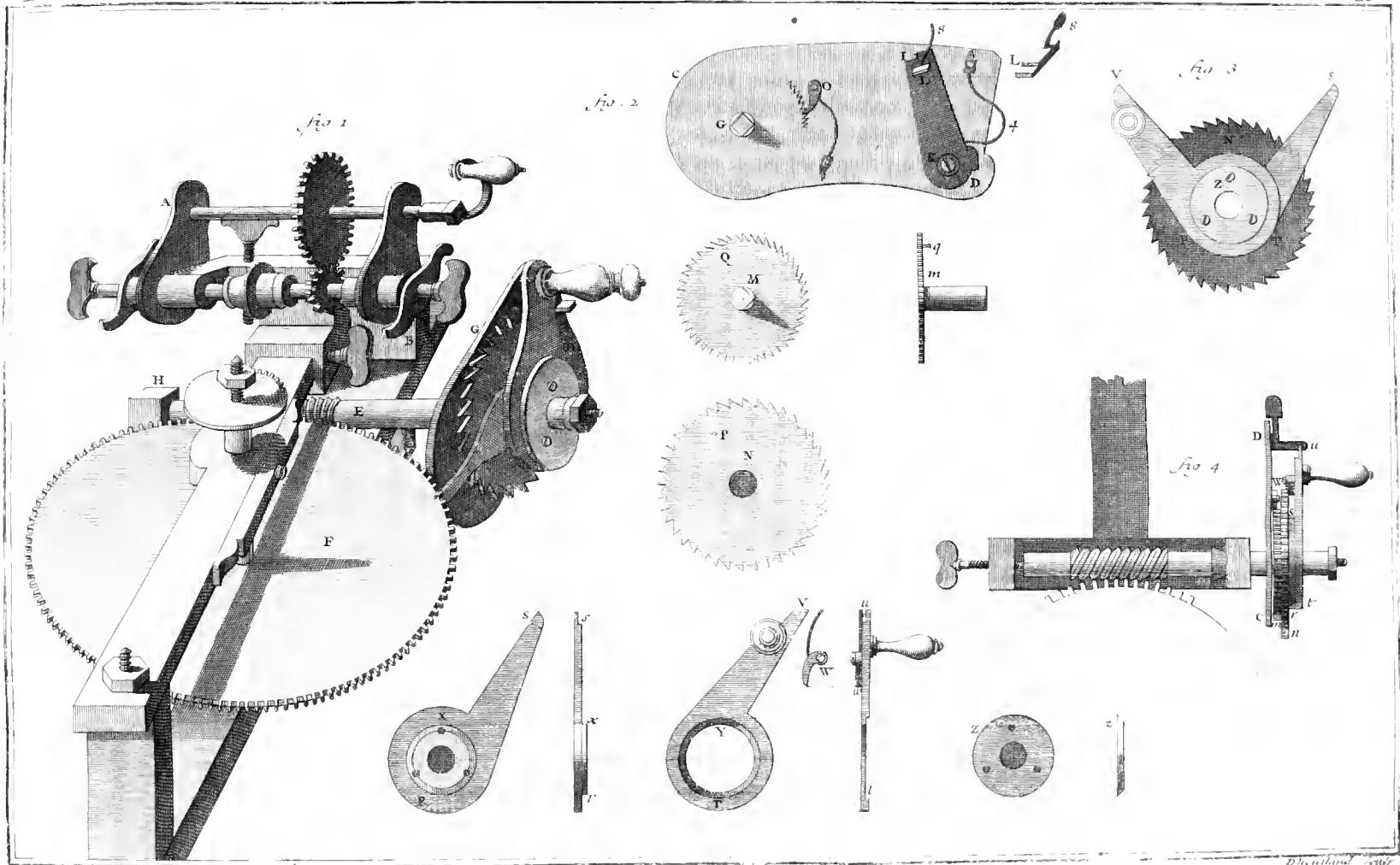
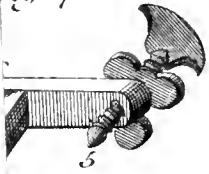
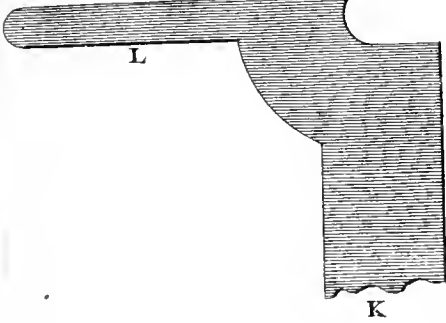


fig. 4.



3



L

K

fig. 2.

h

d

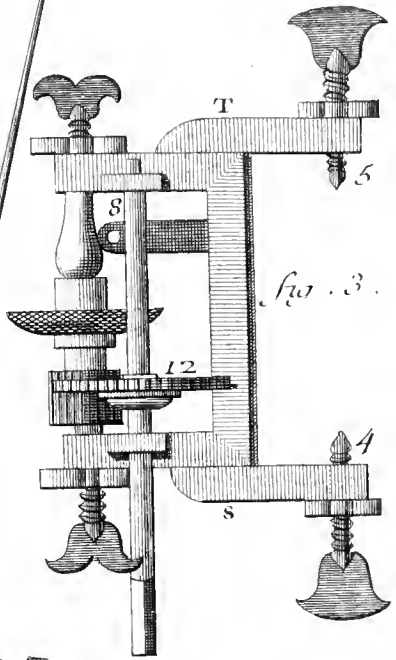
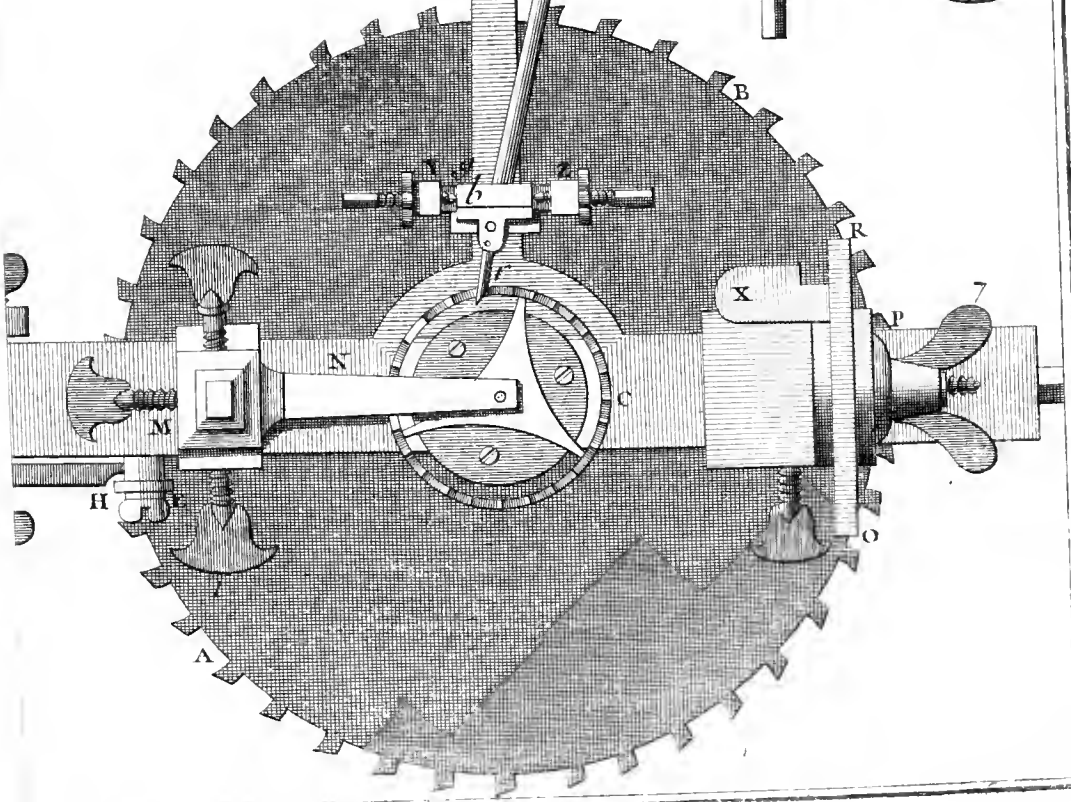


fig. 3.



M

N

B

R

X

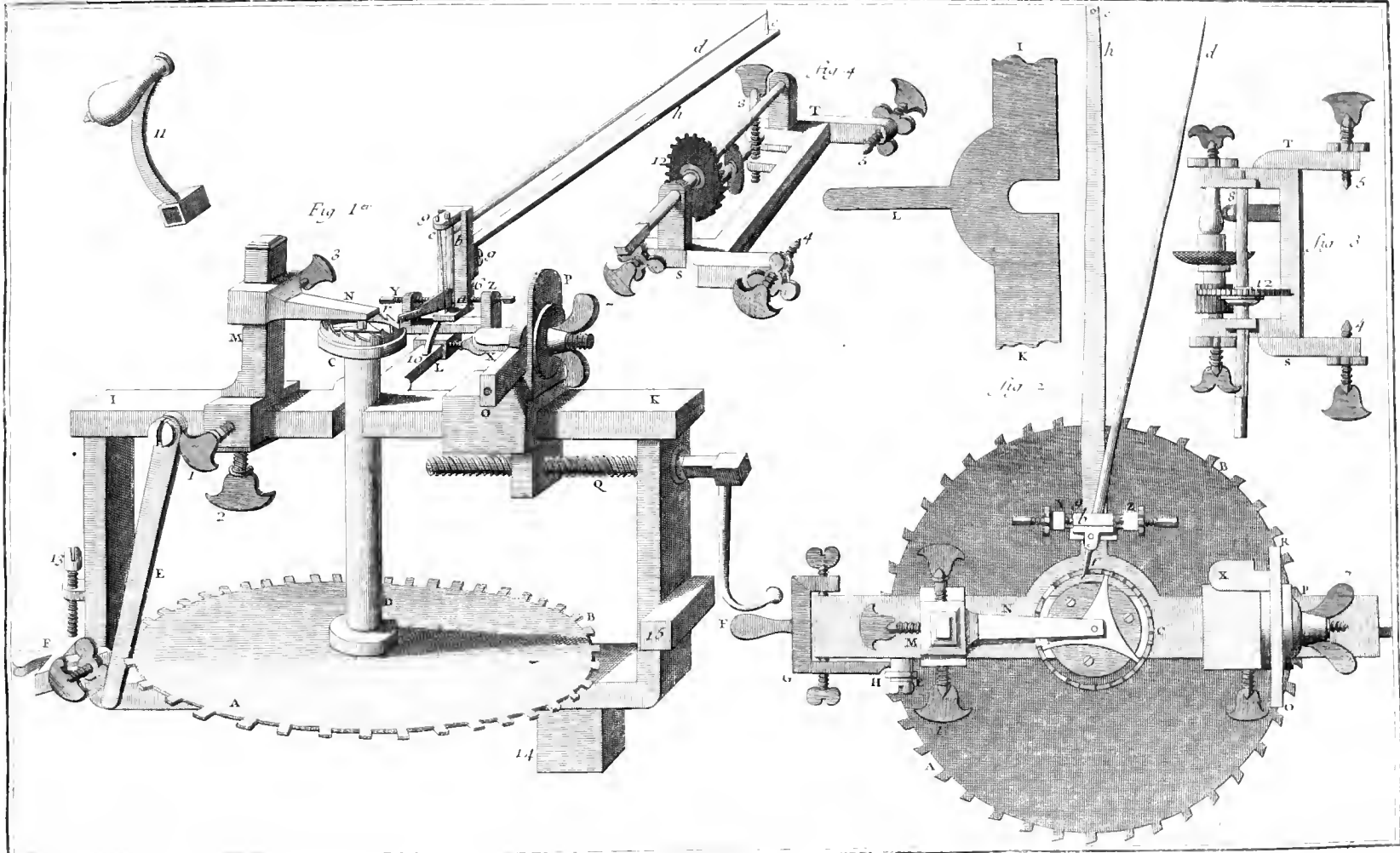
P

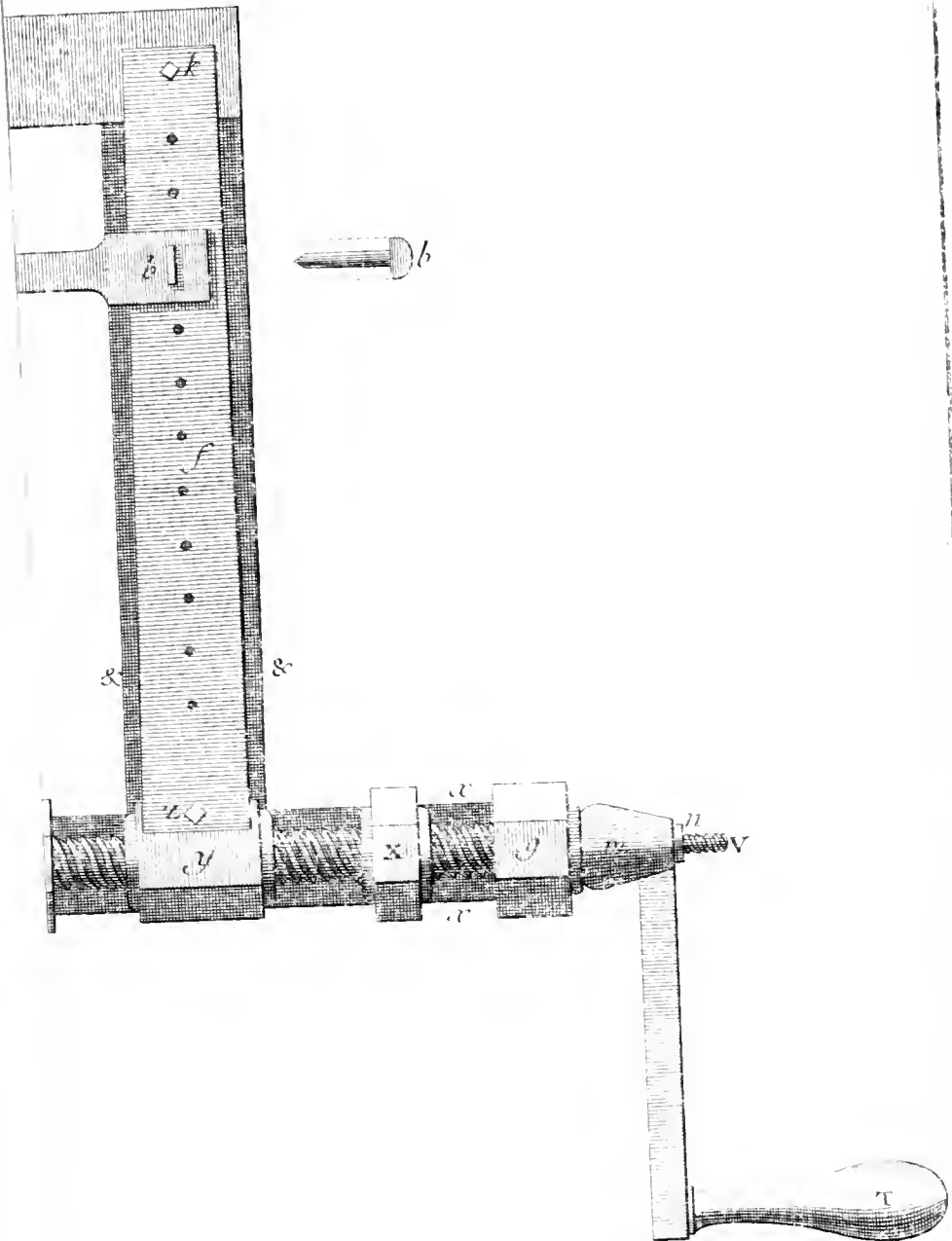
7

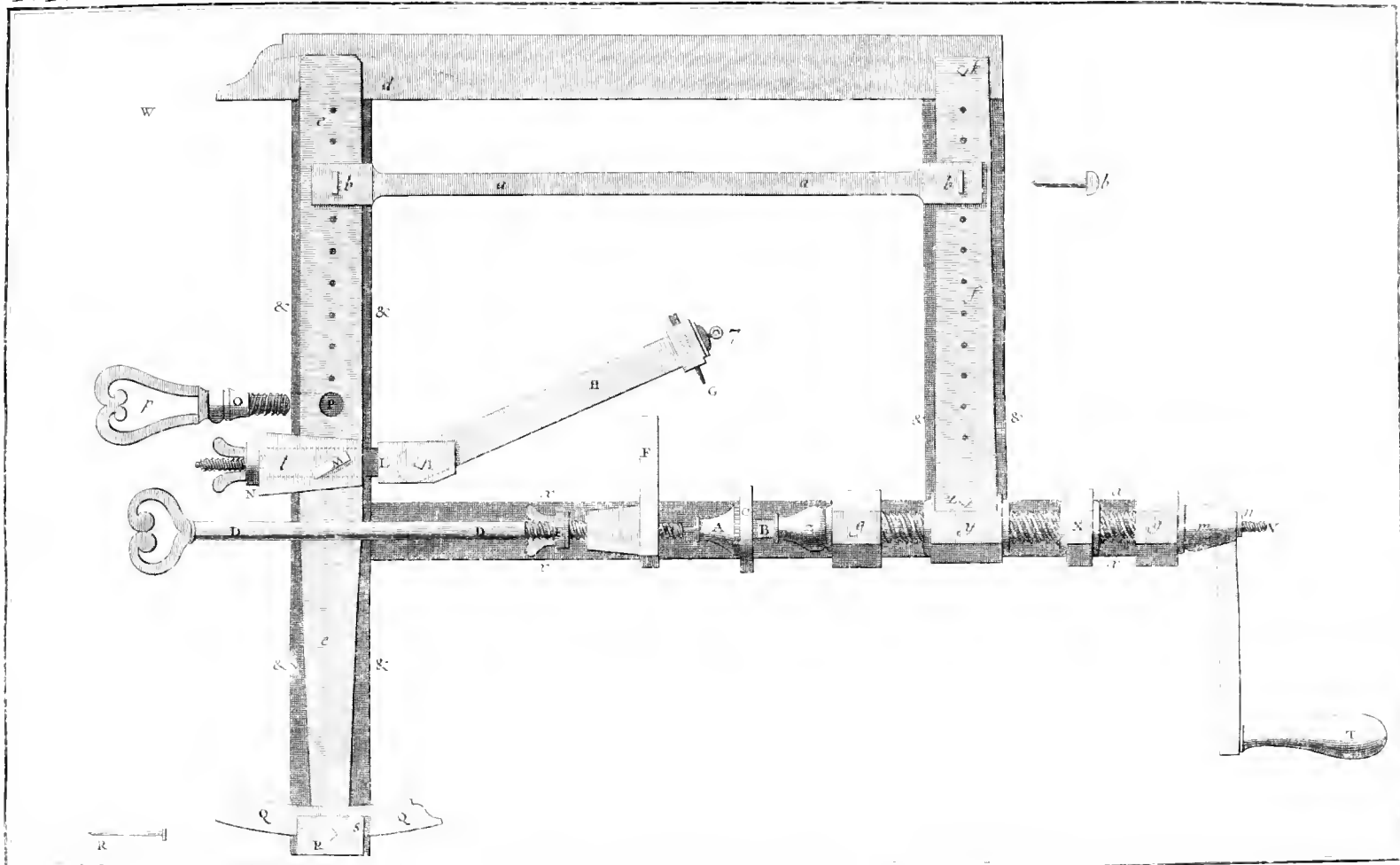
H

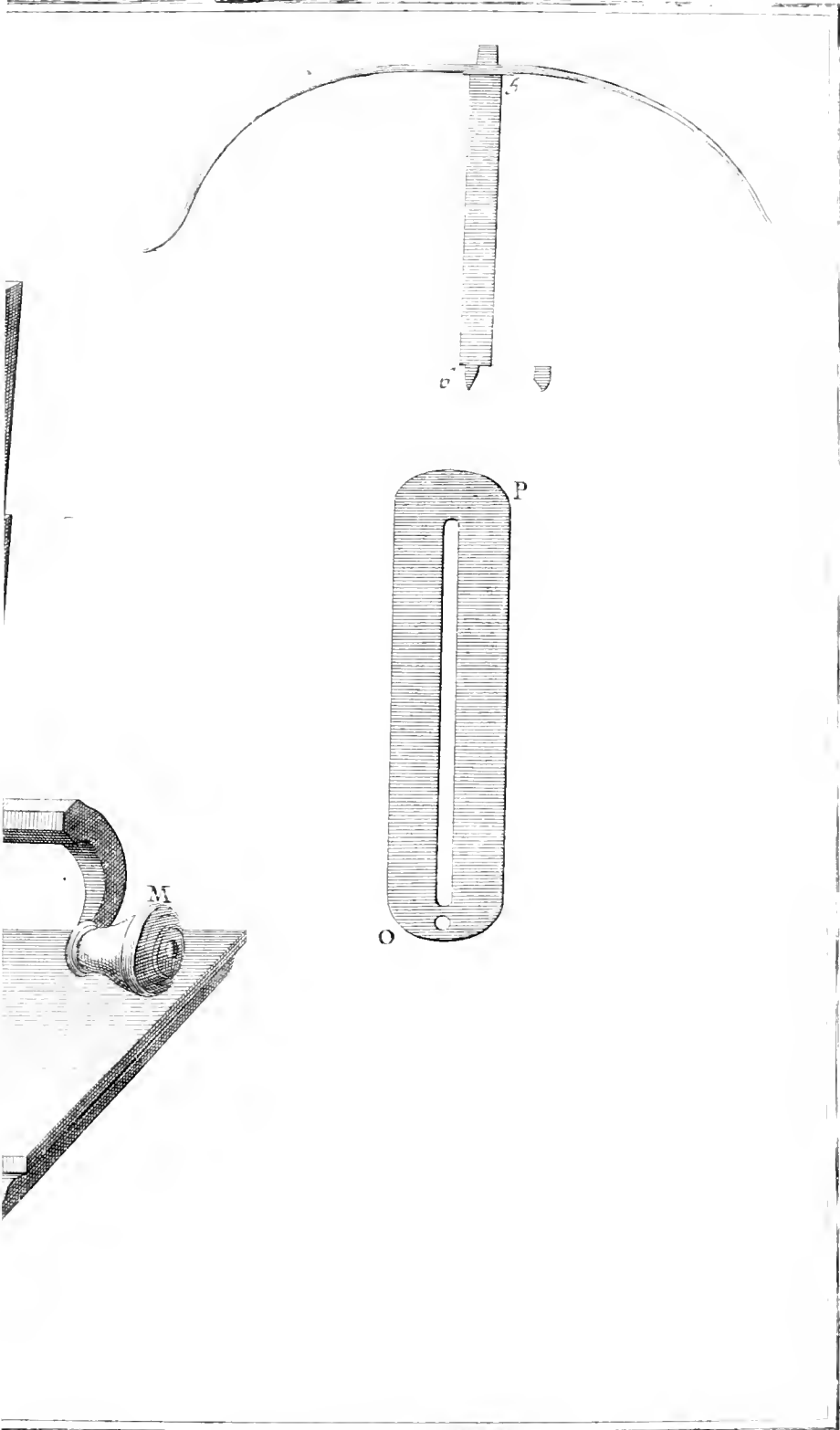
A

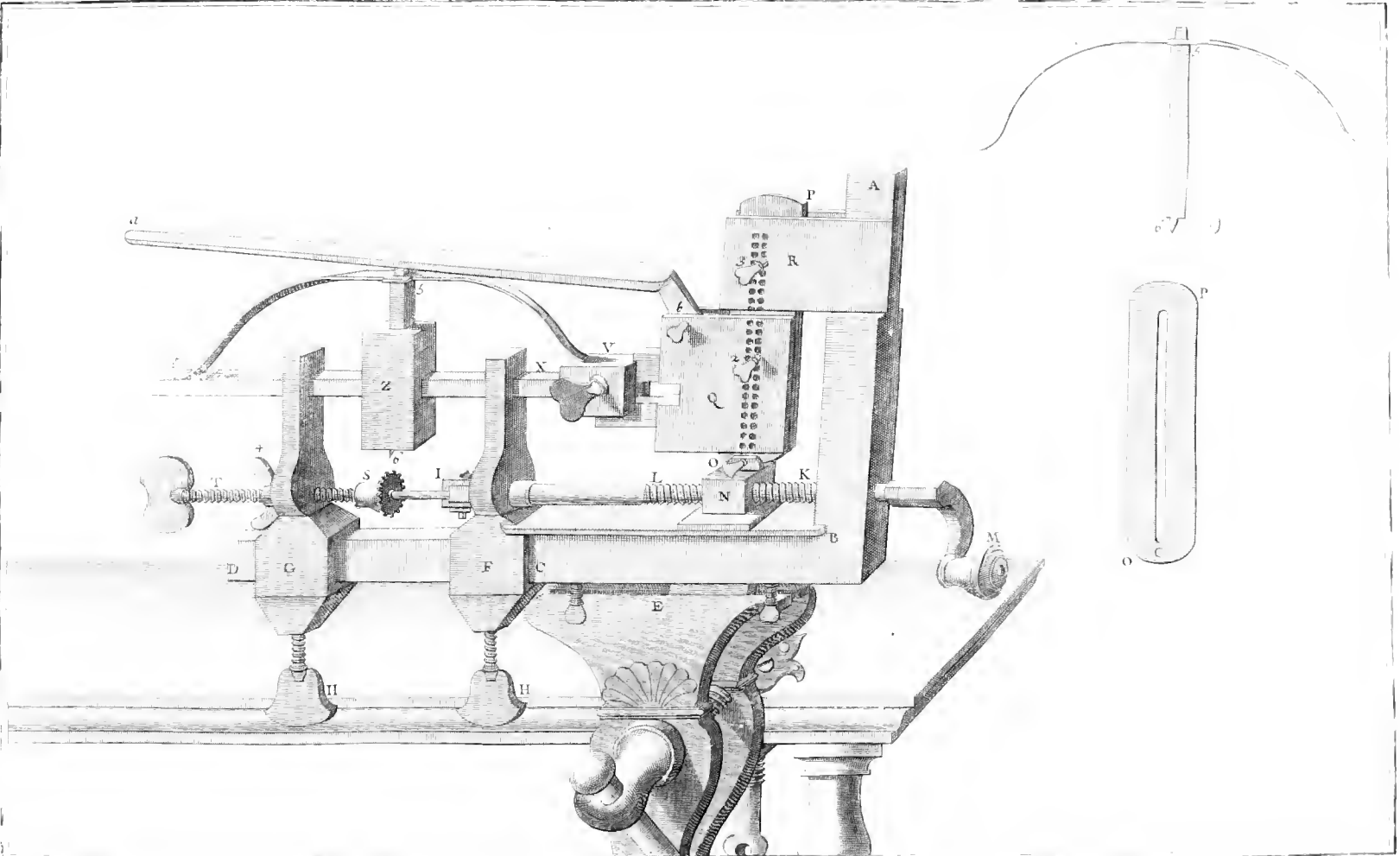
O













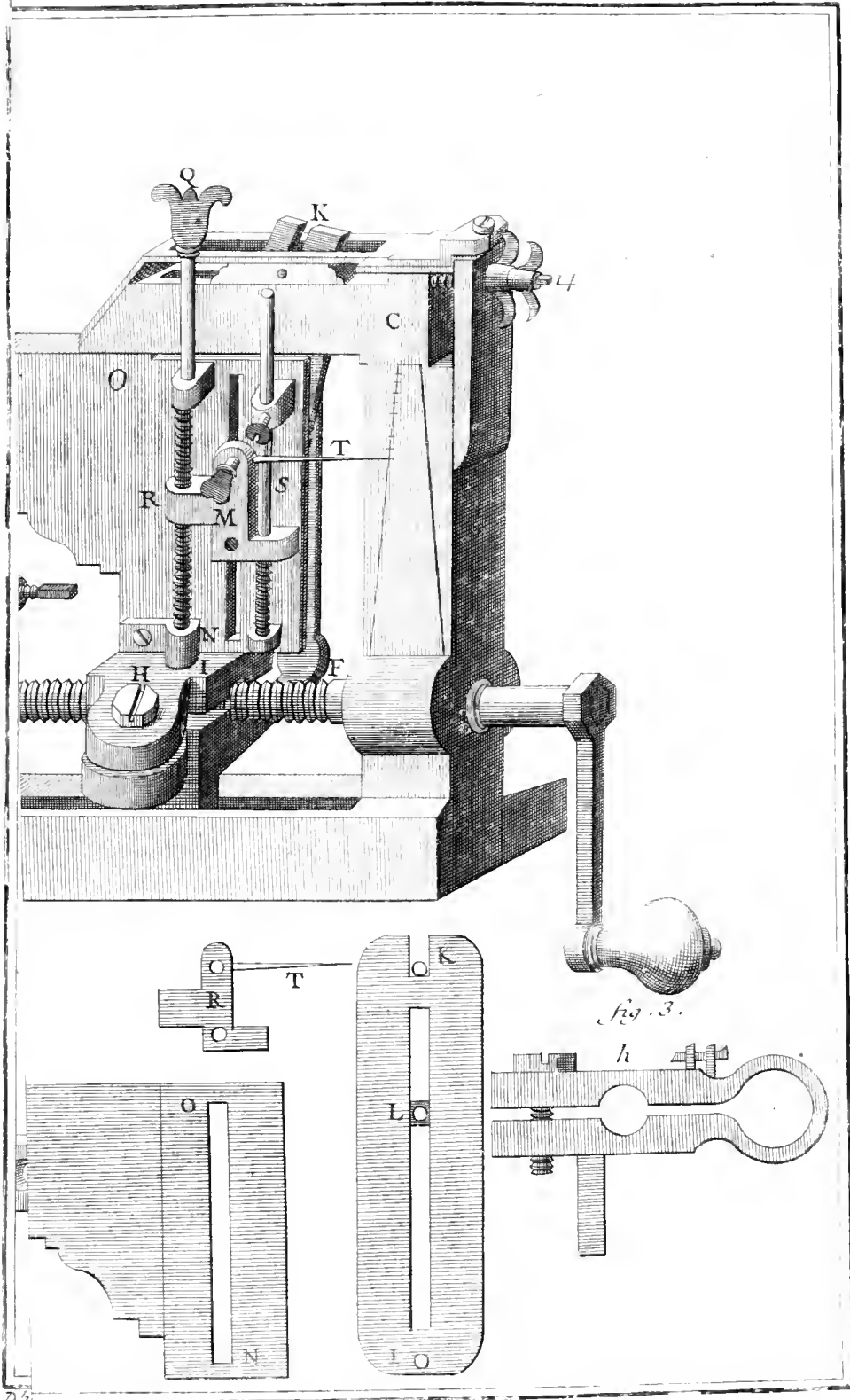
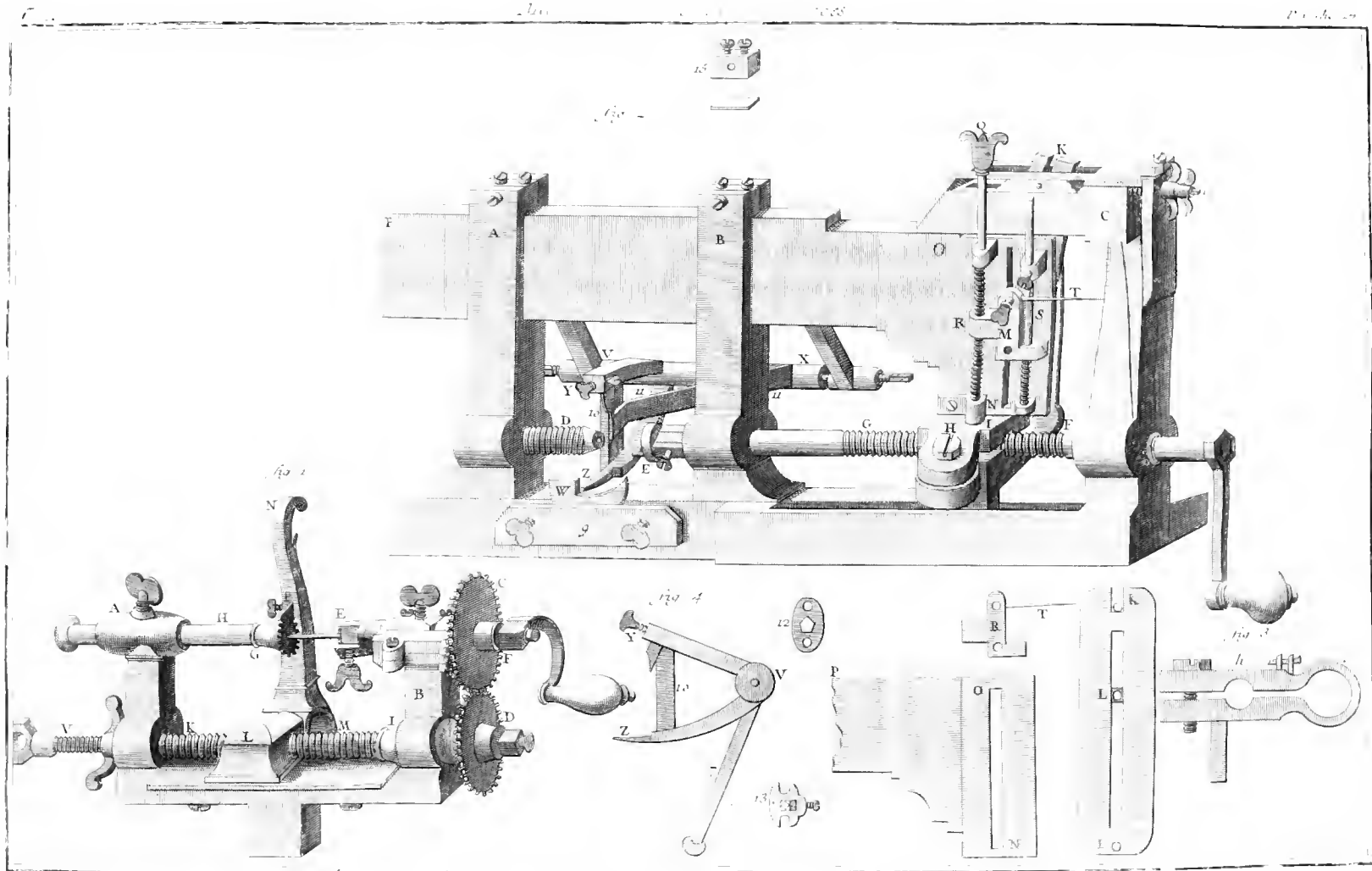
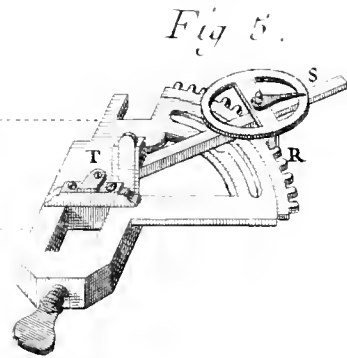
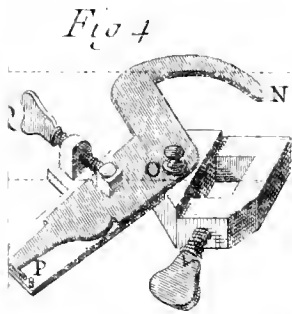
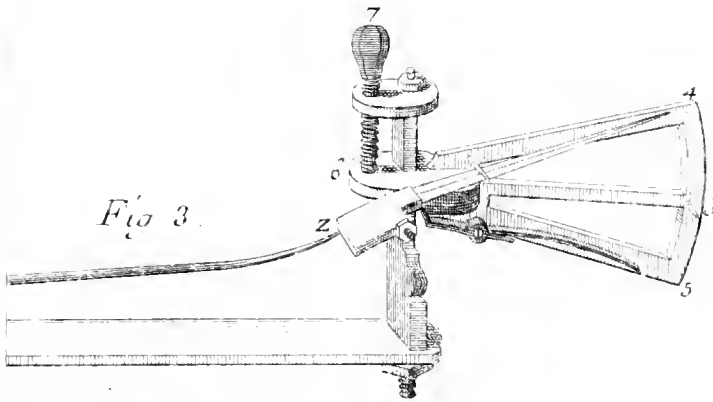
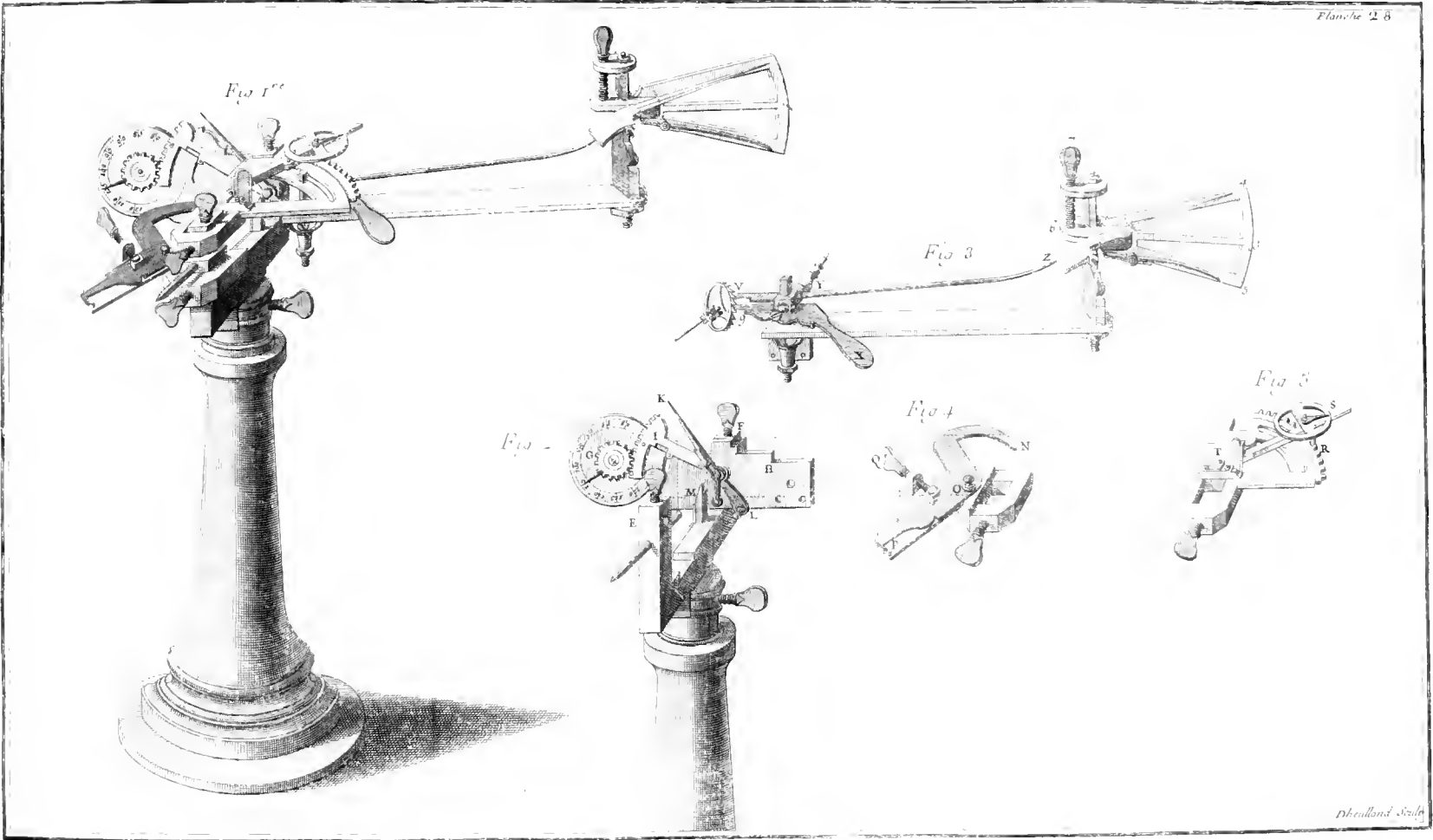
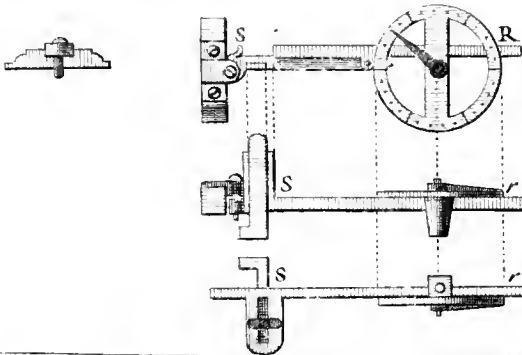
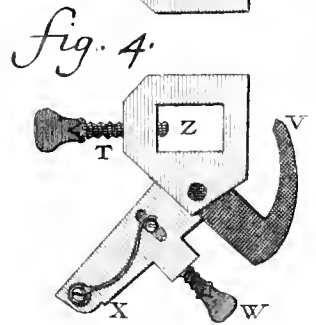
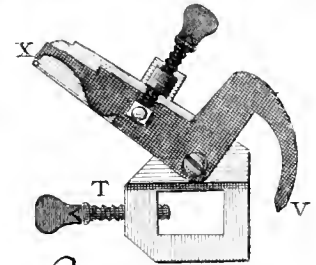
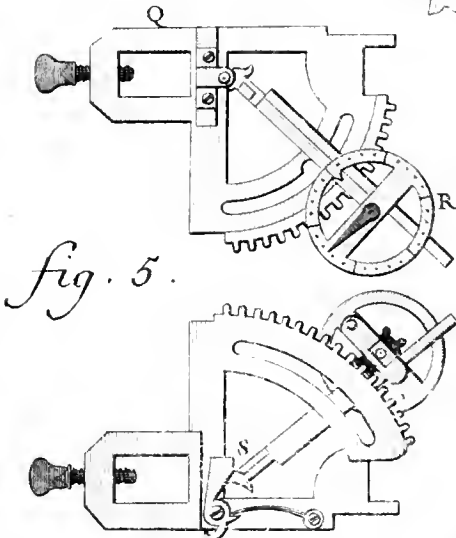
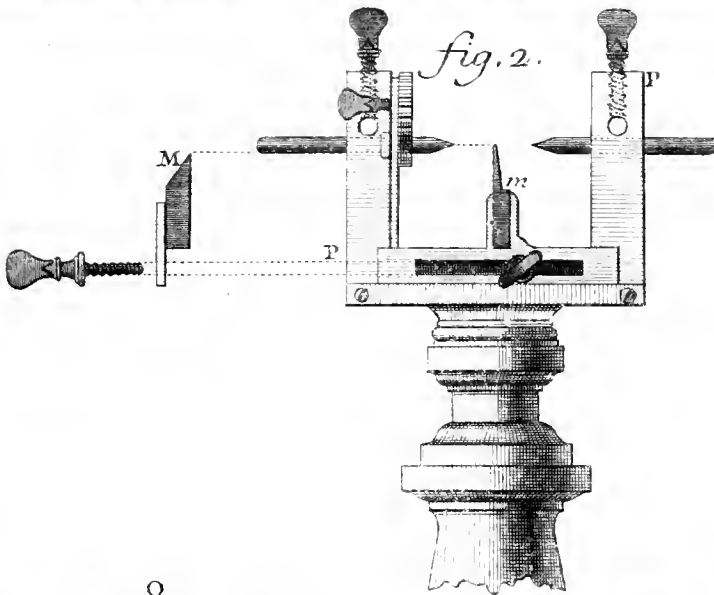
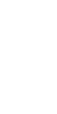


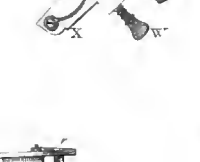
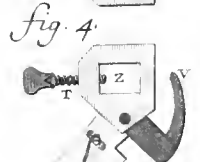
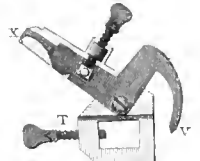
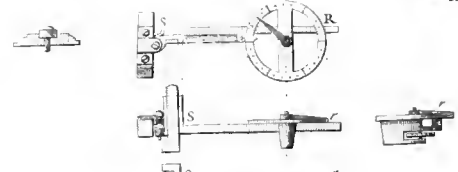
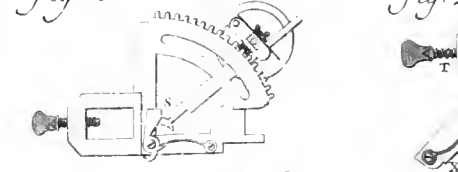
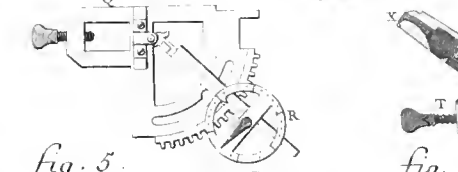
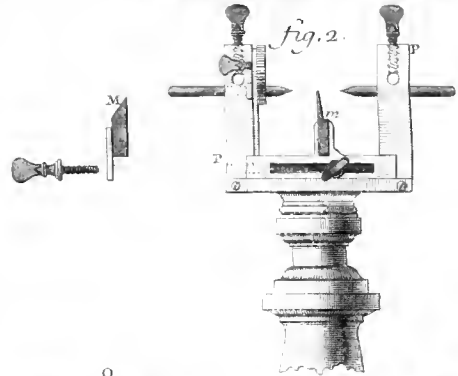
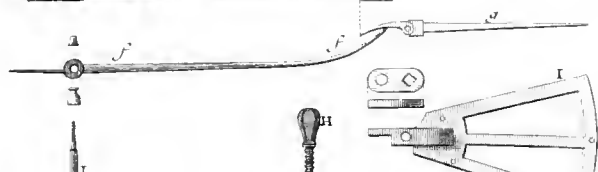
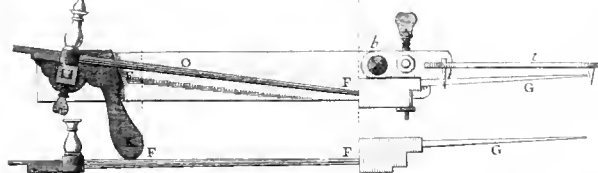
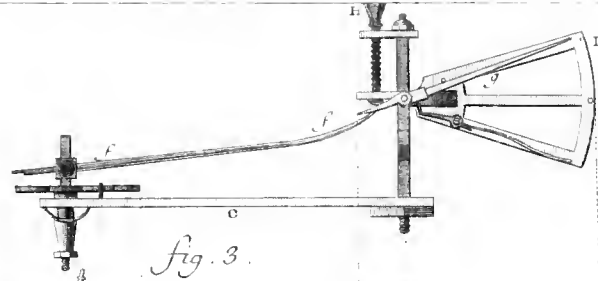
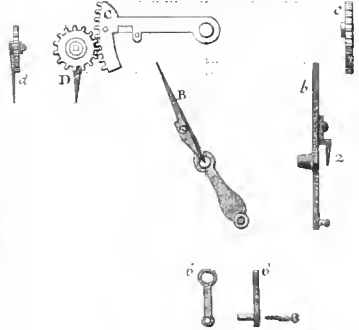
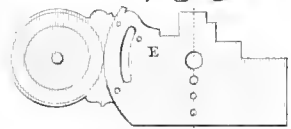
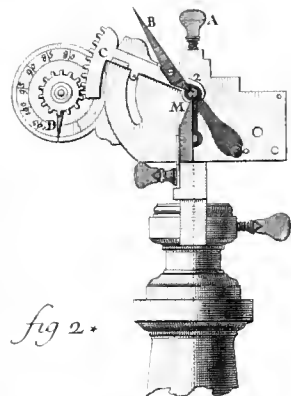
fig. 3.











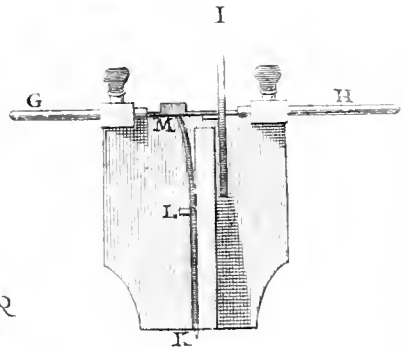
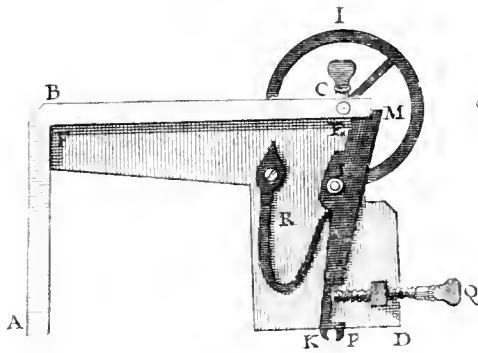
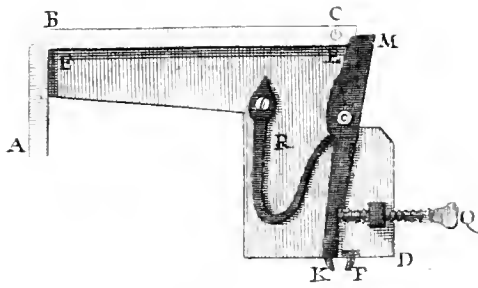
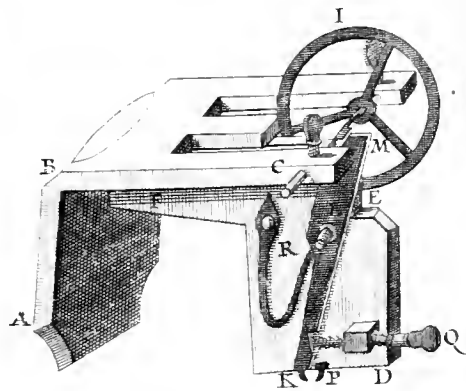
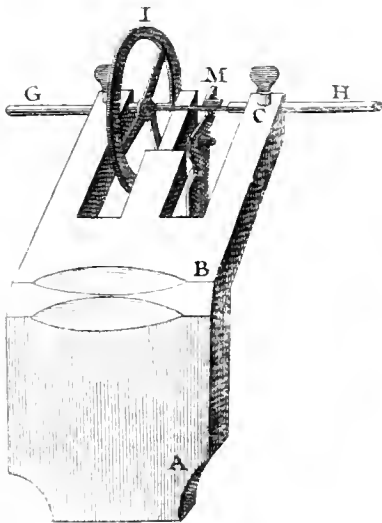
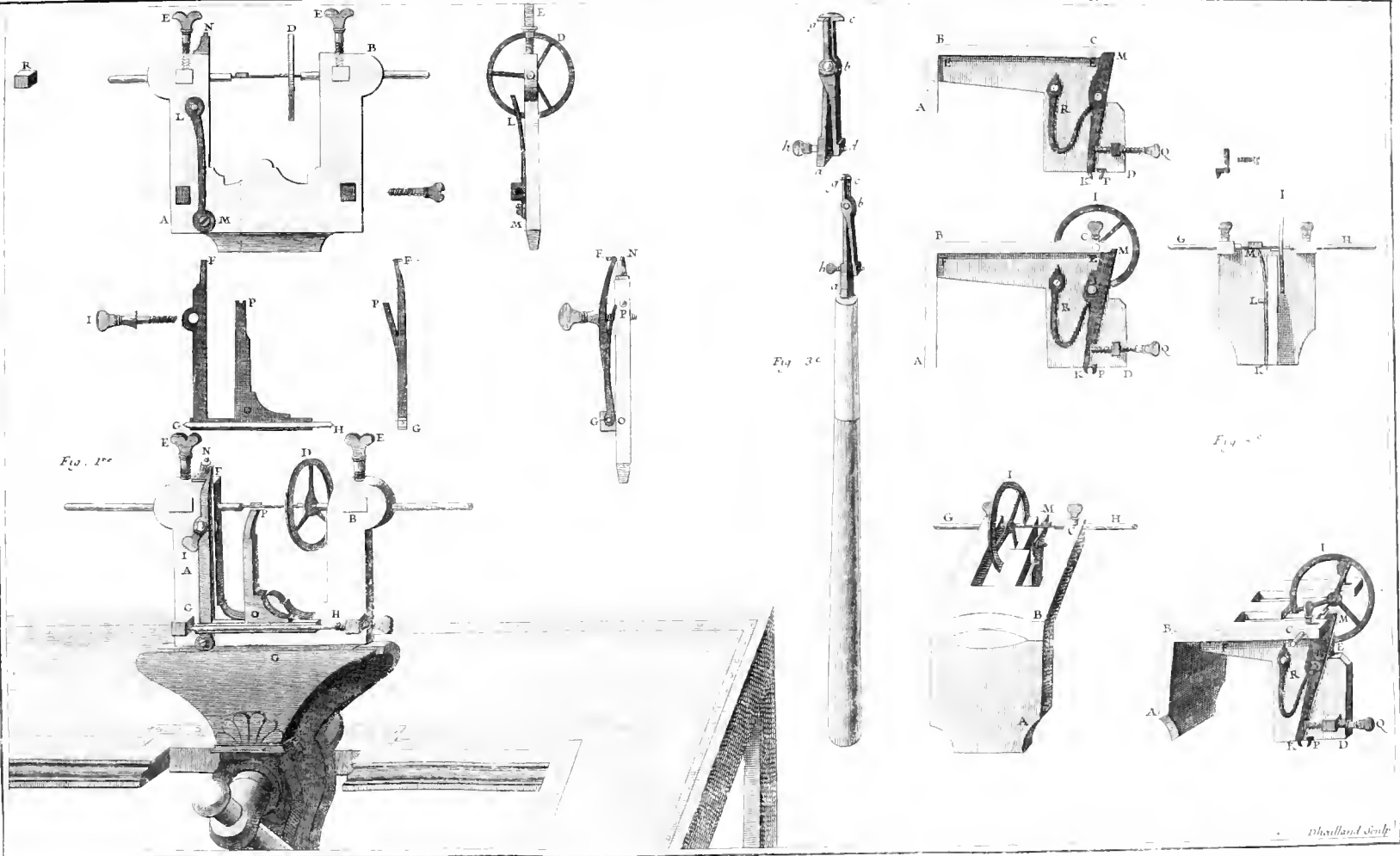


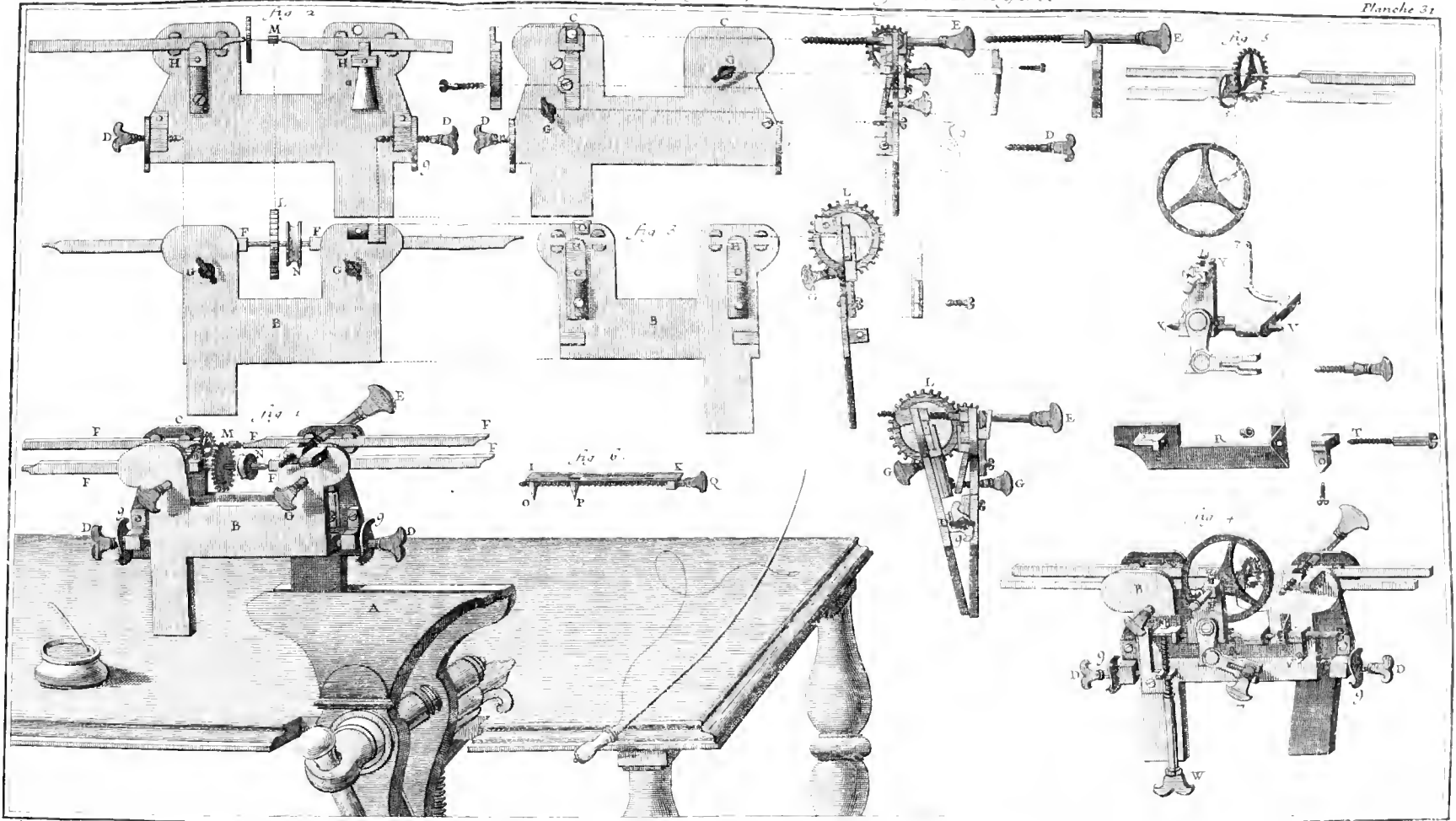
Fig. 3.











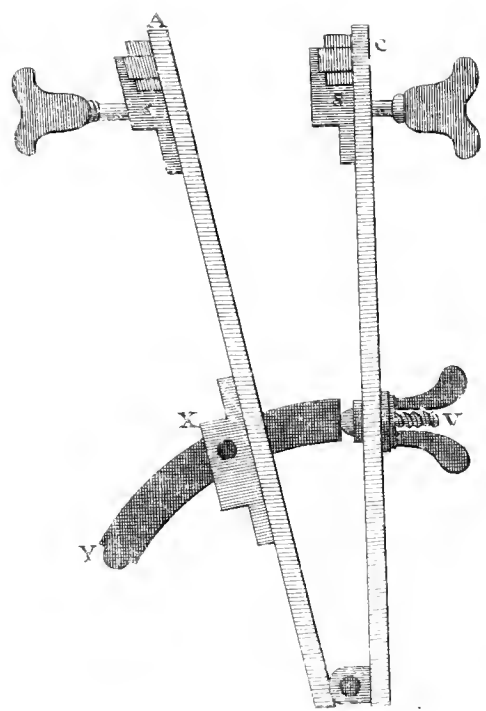
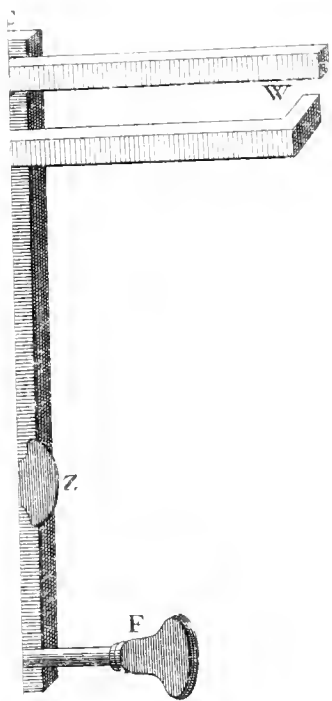
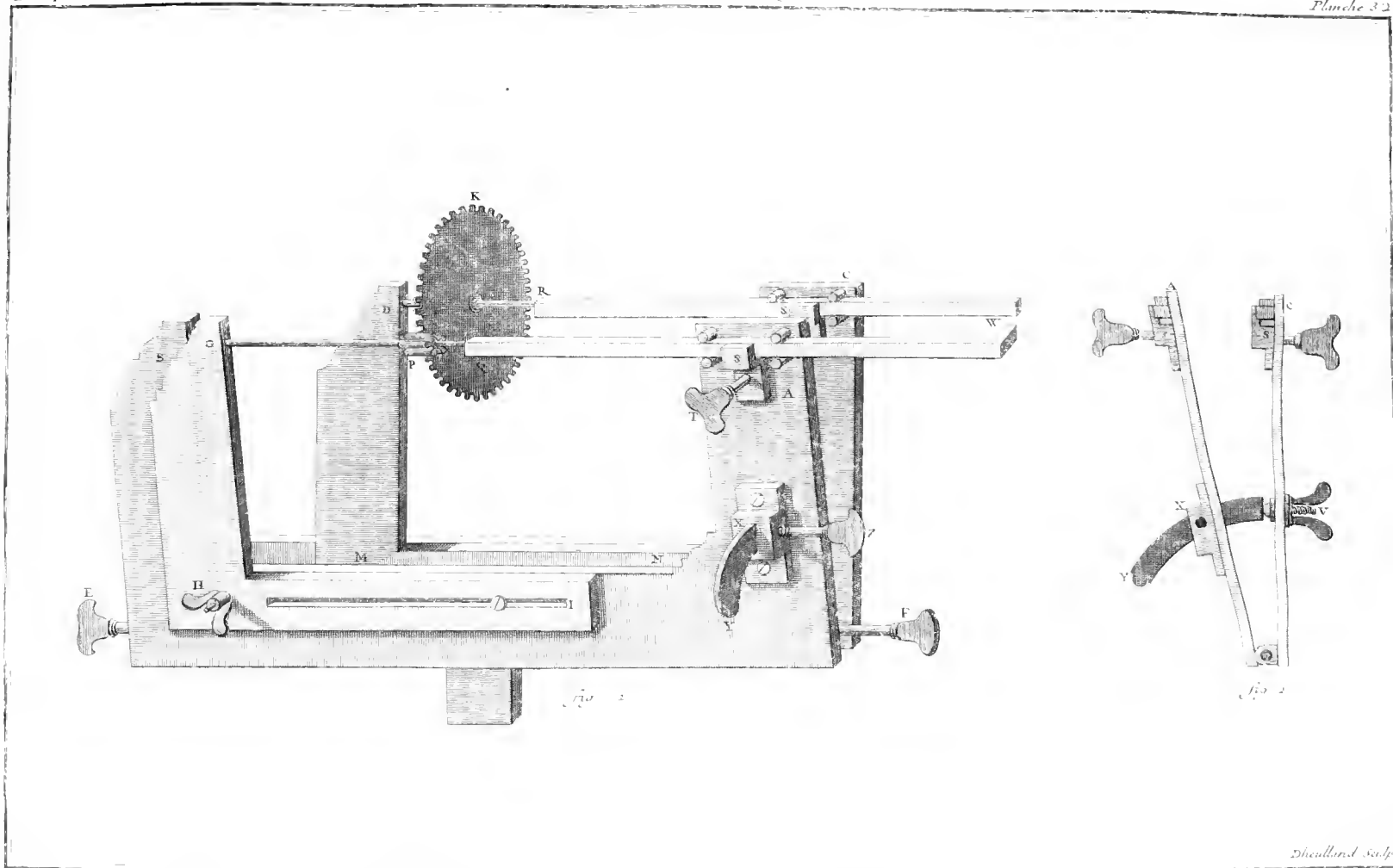
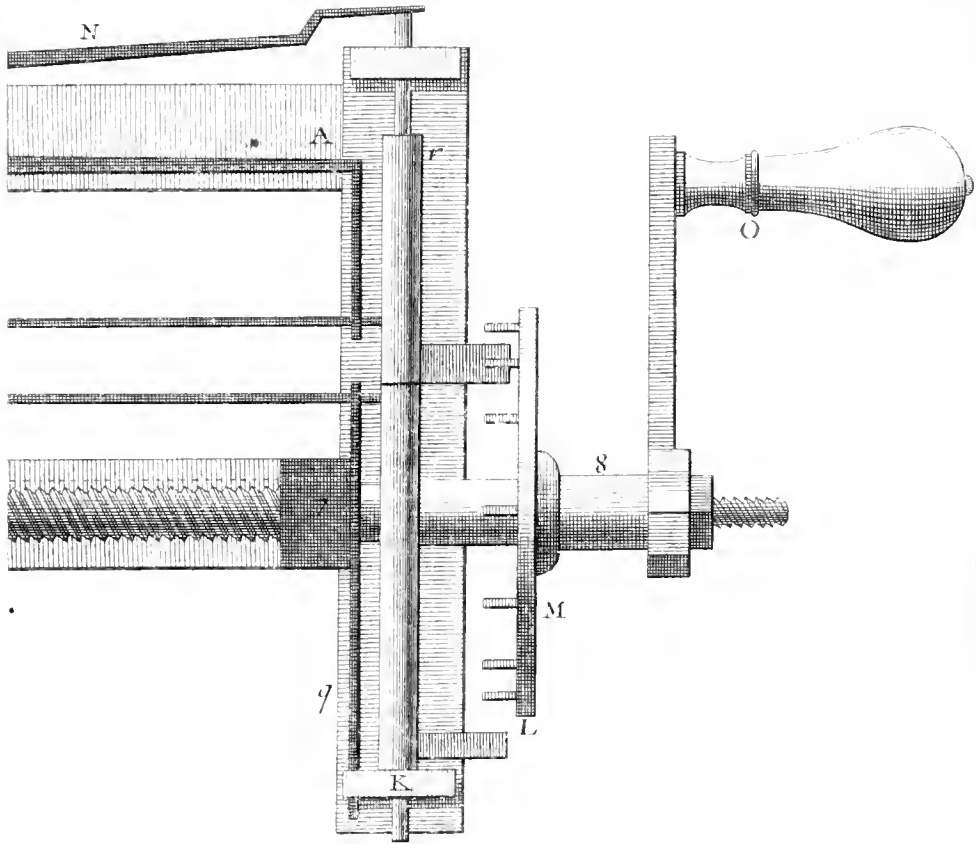
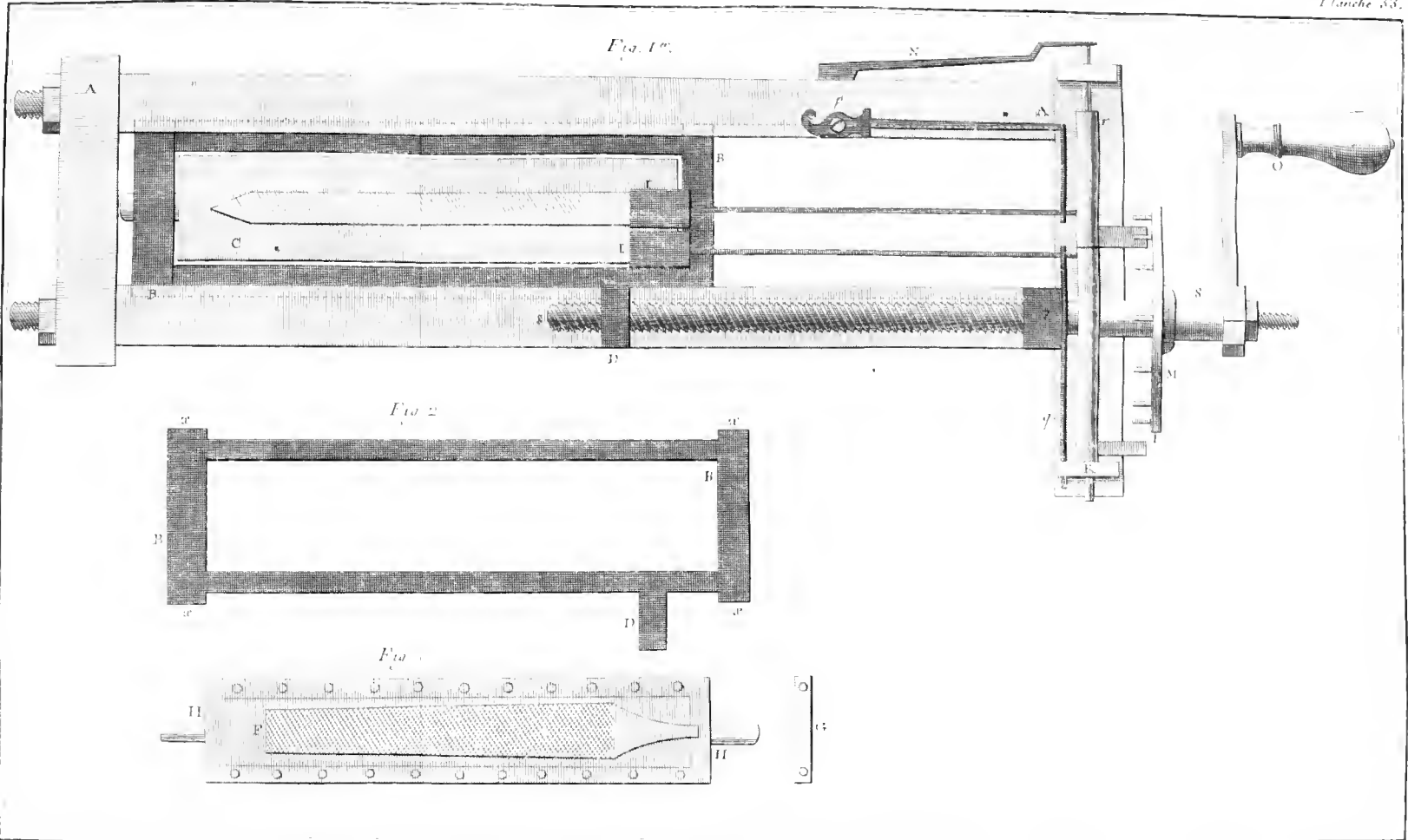
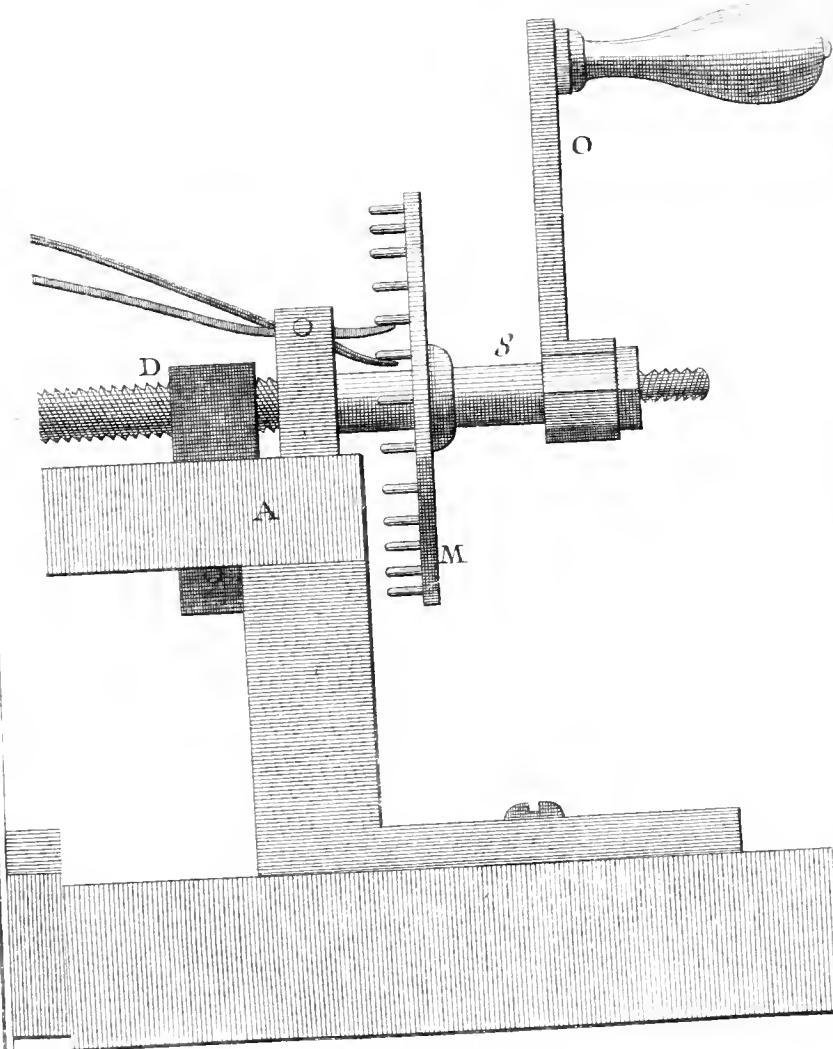


fig. 2.



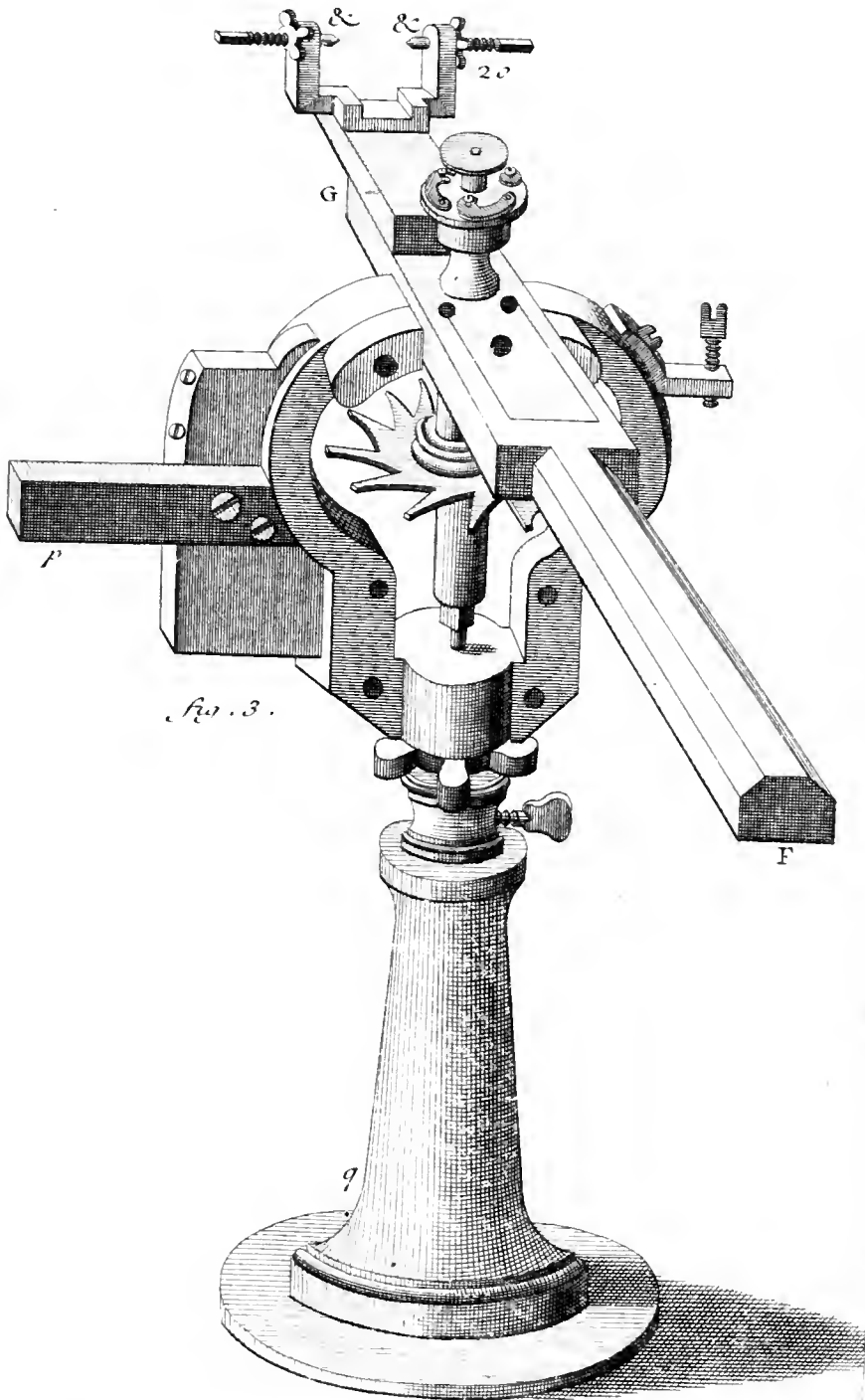


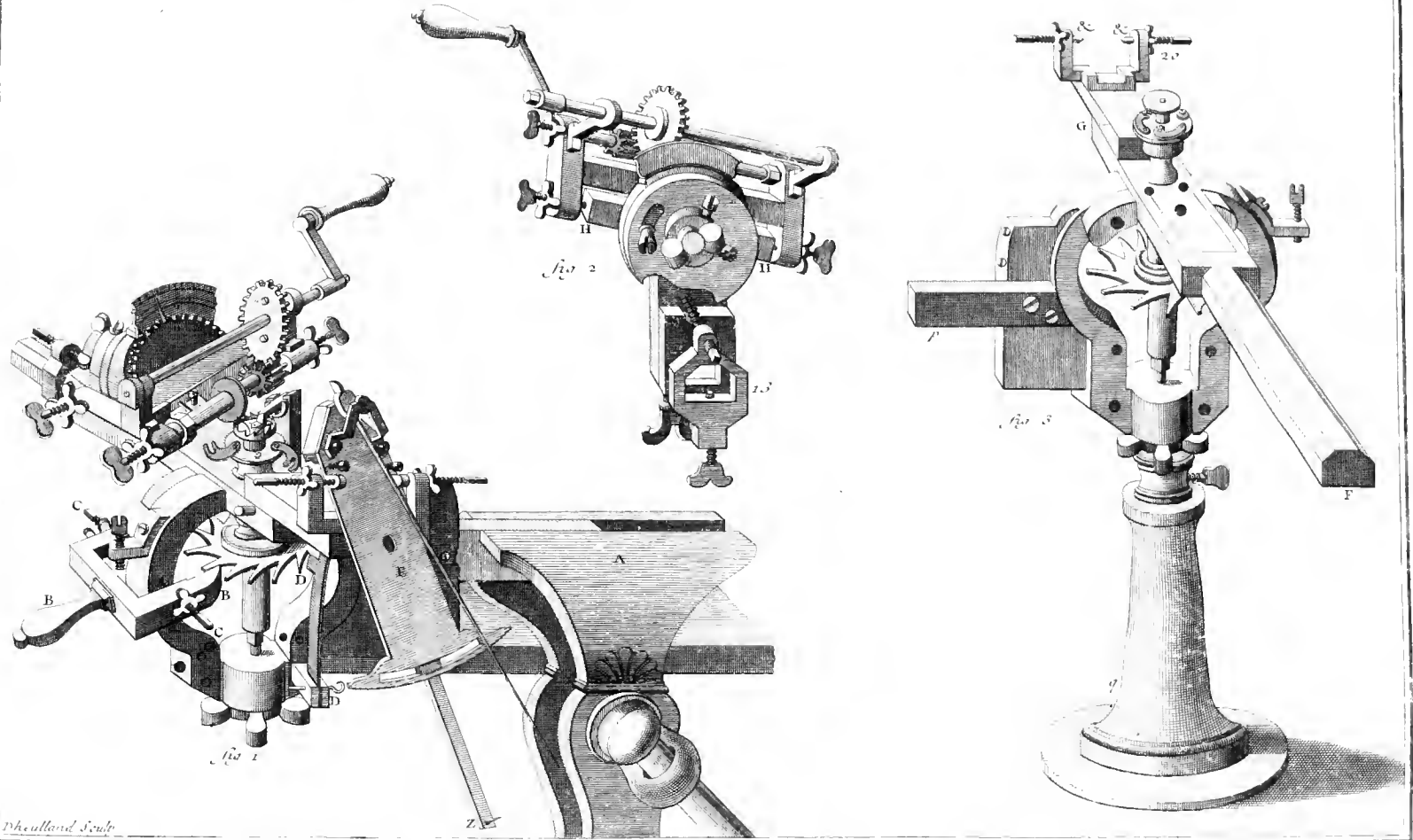


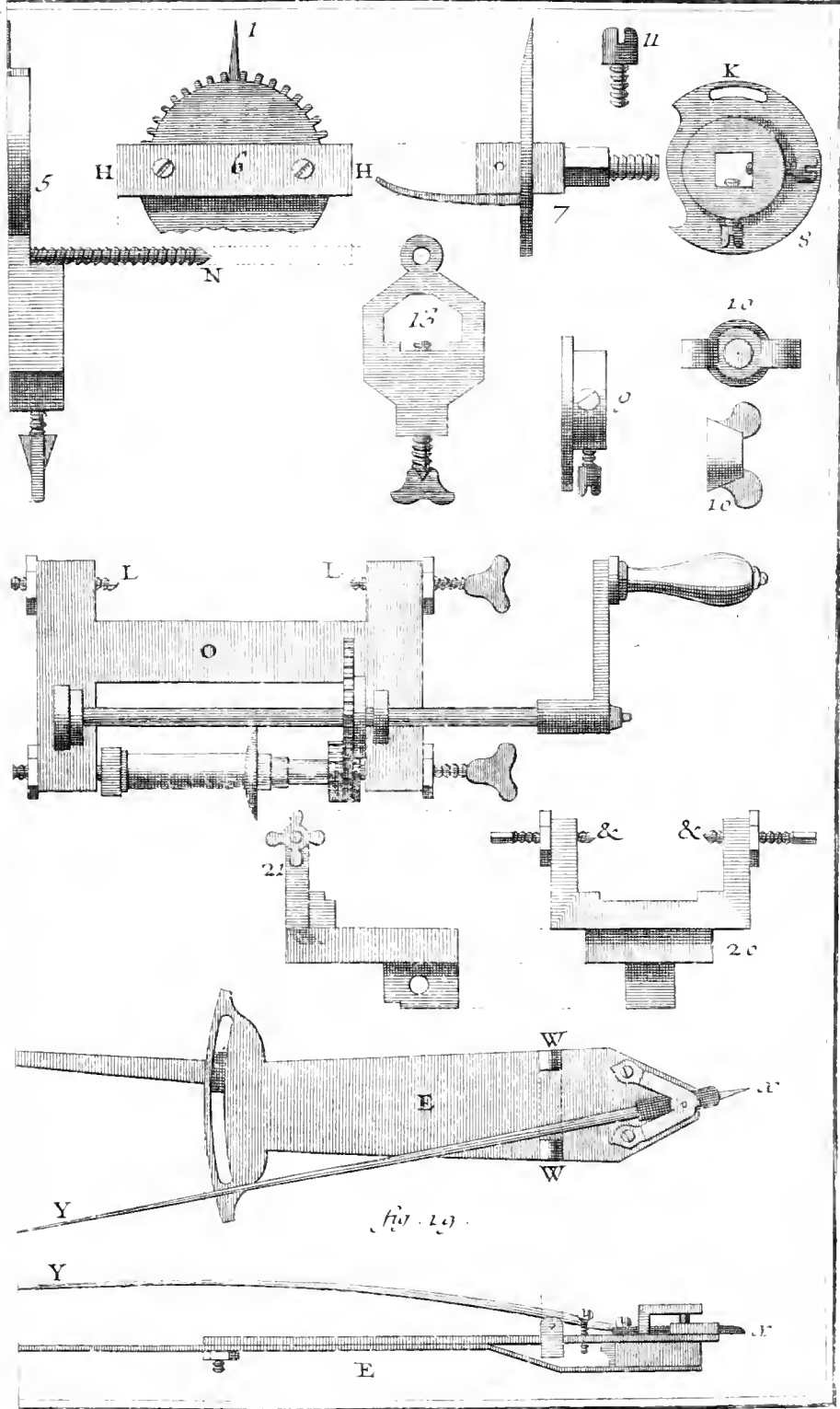


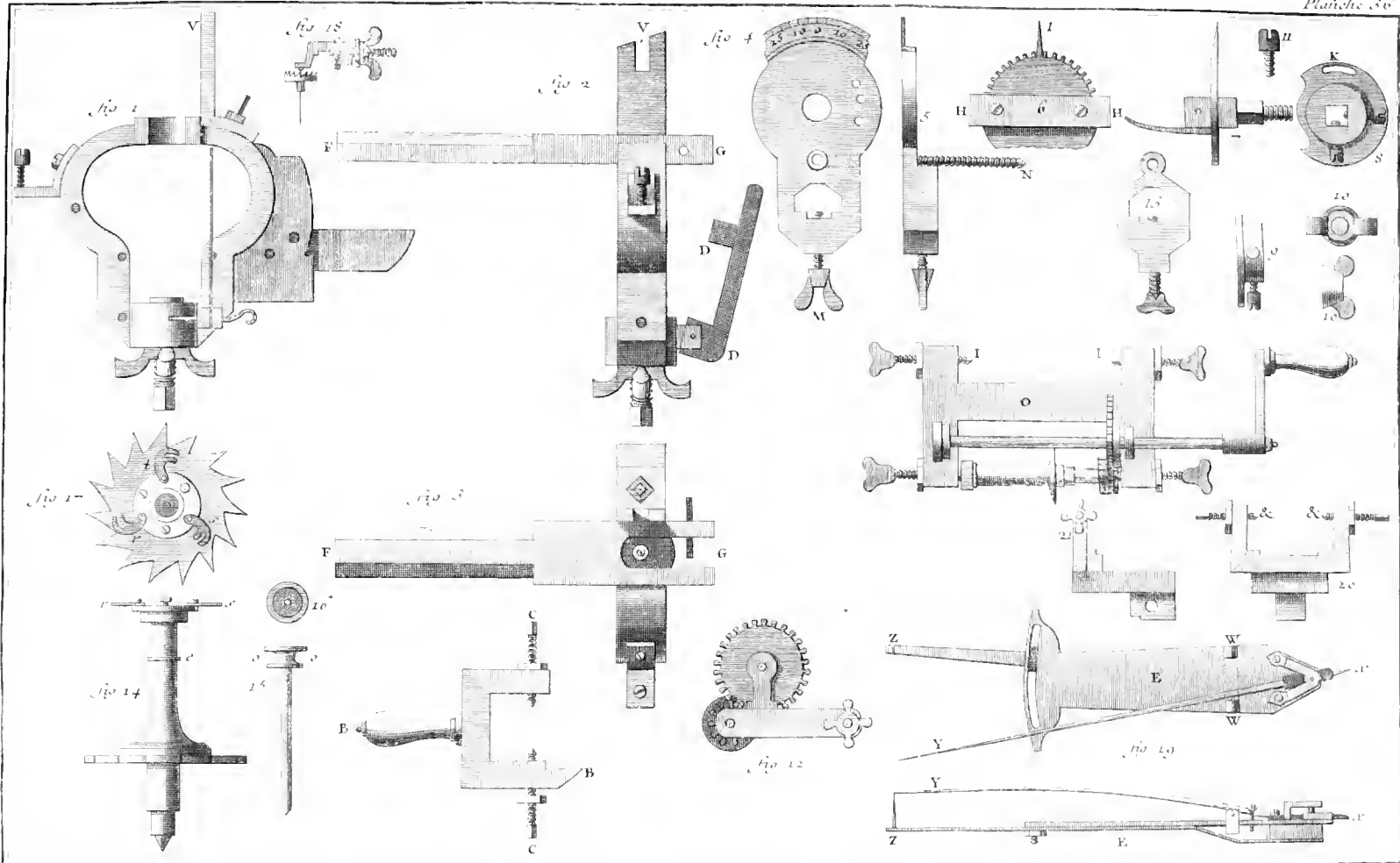


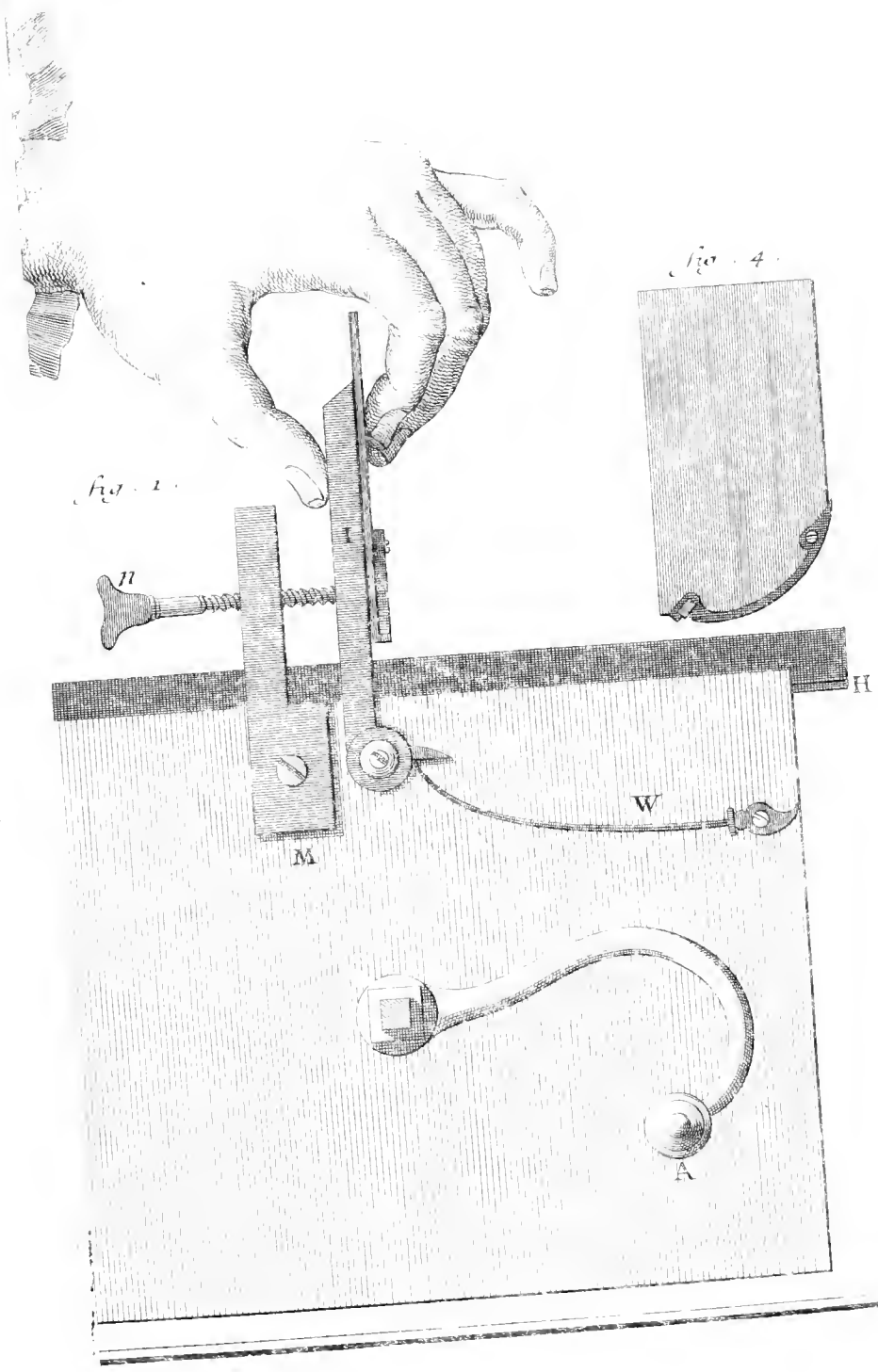


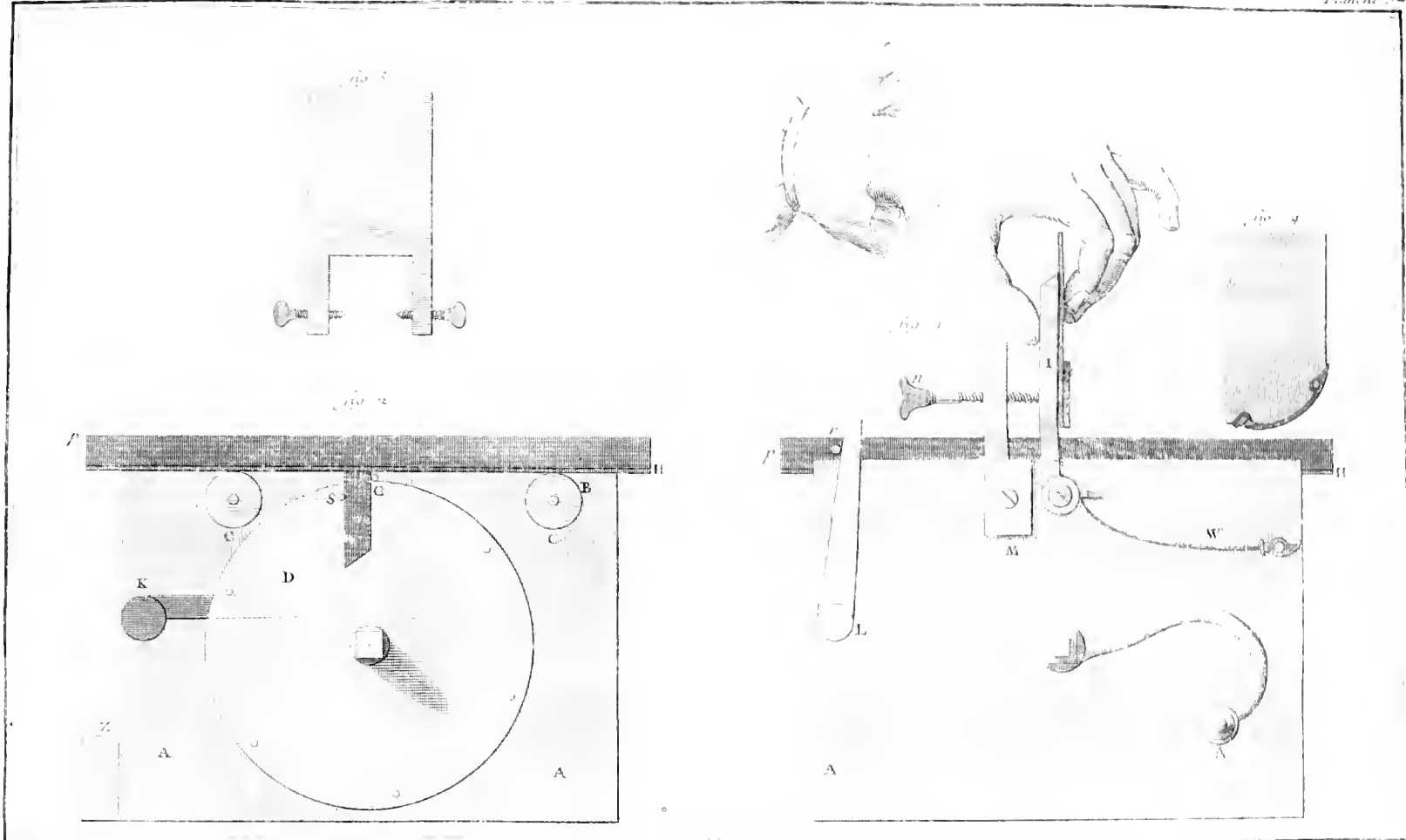


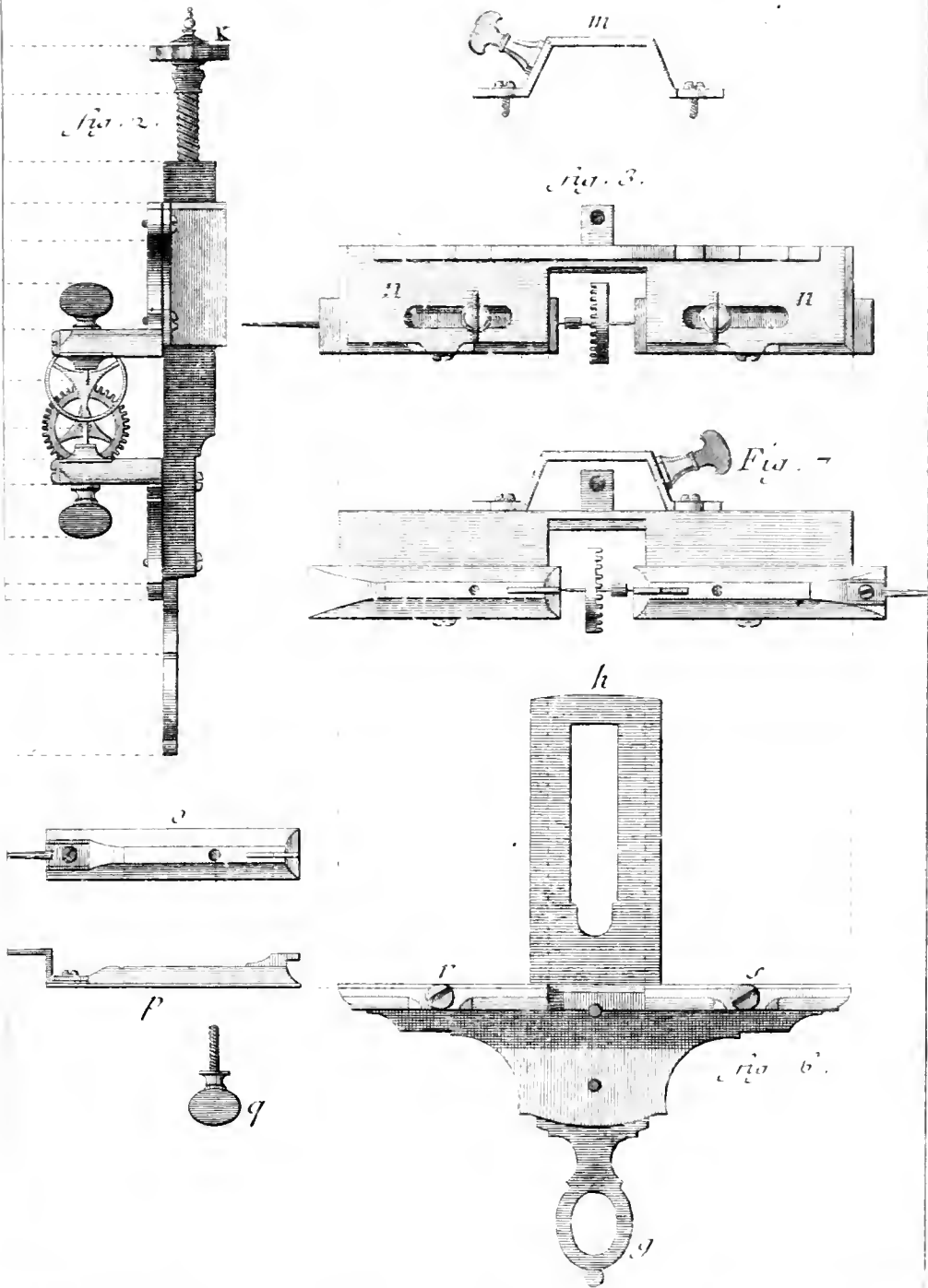


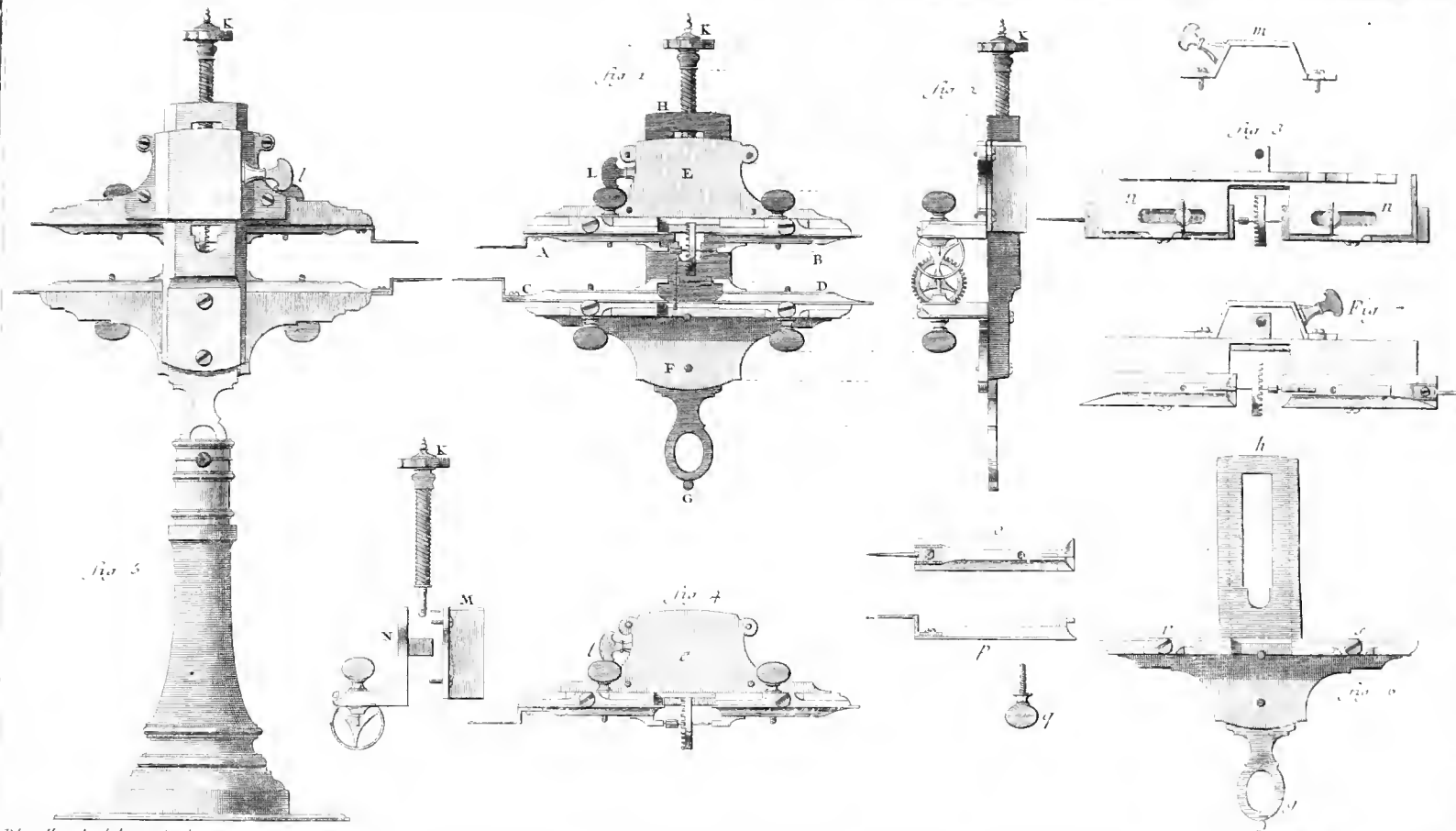




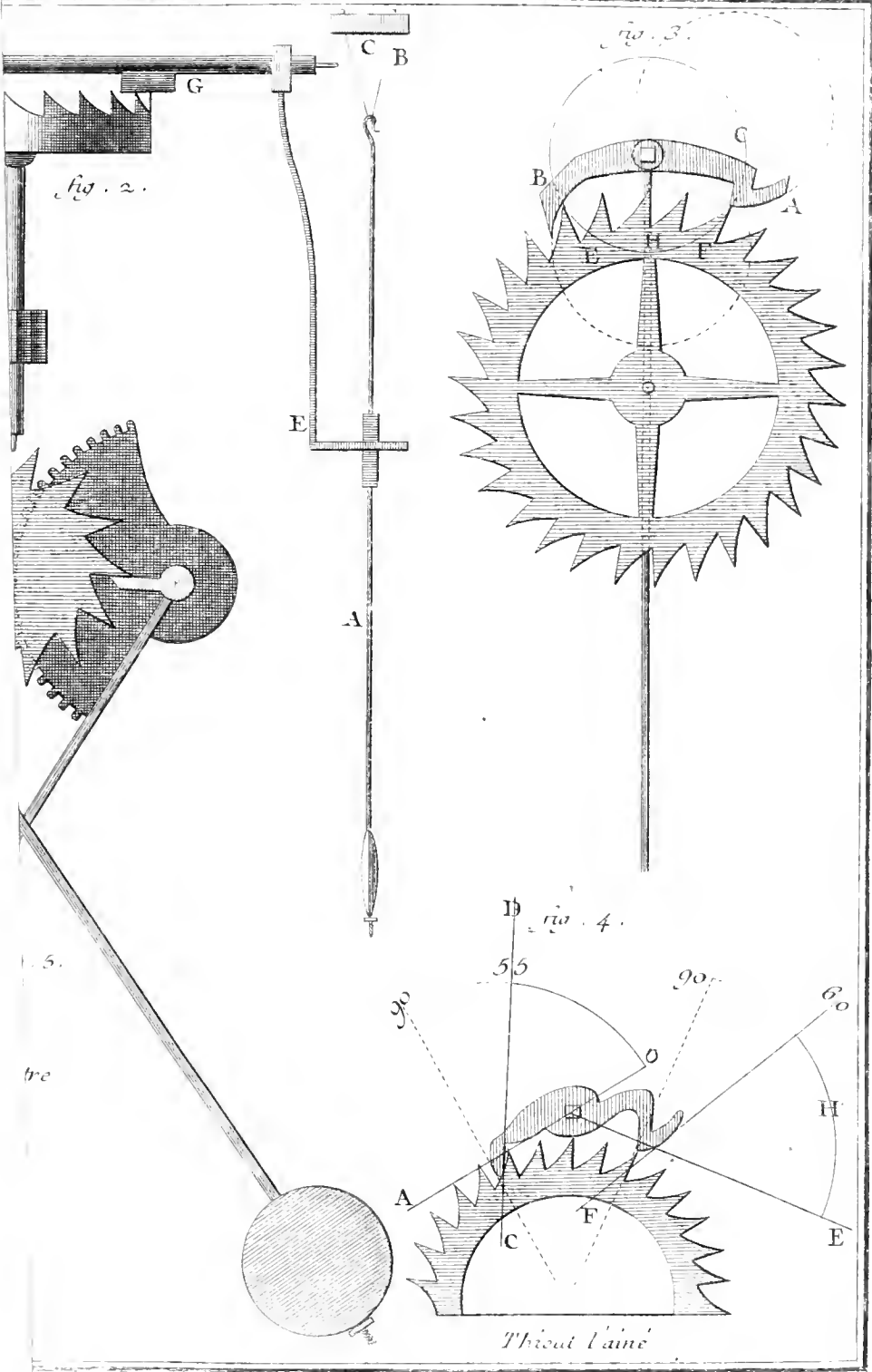


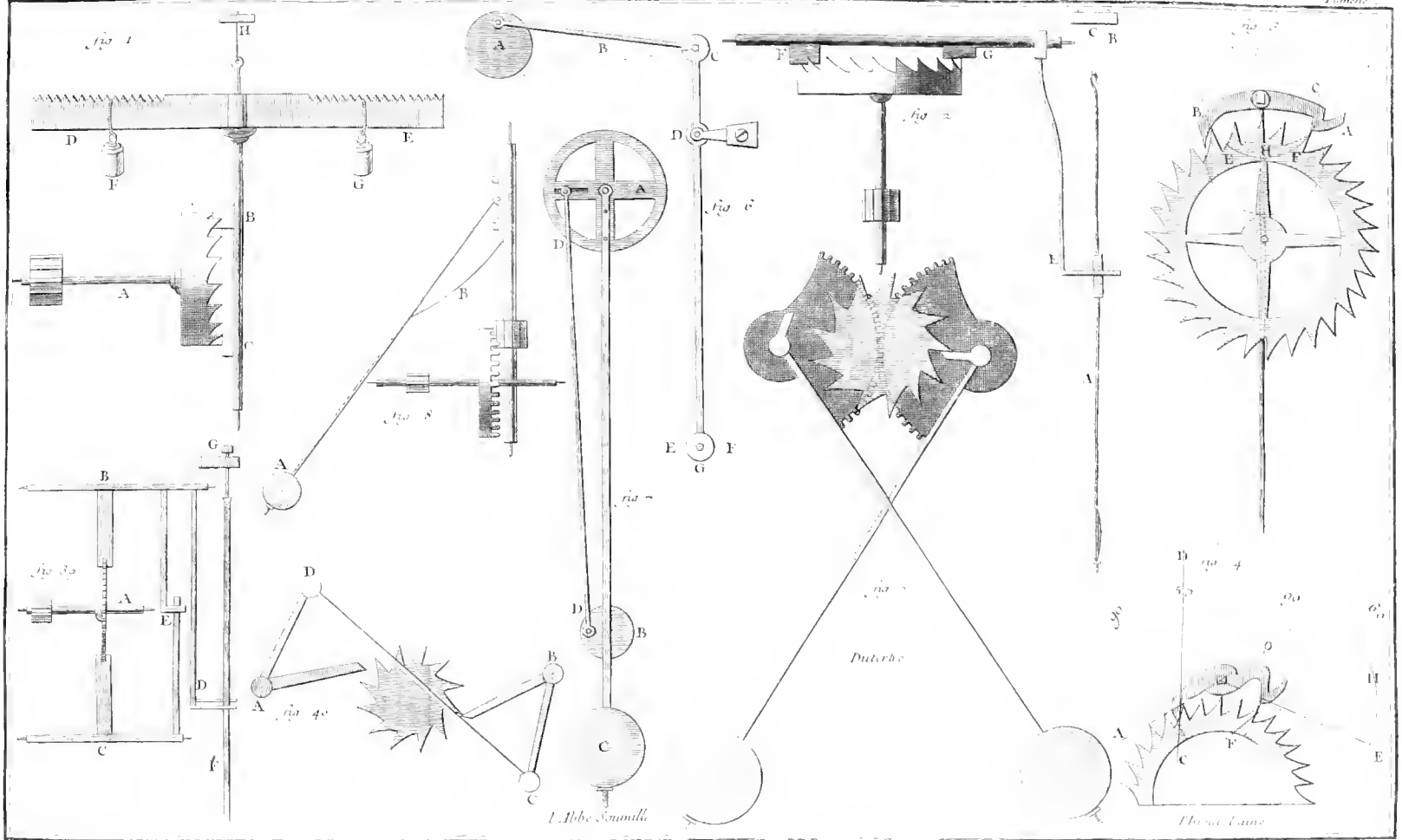






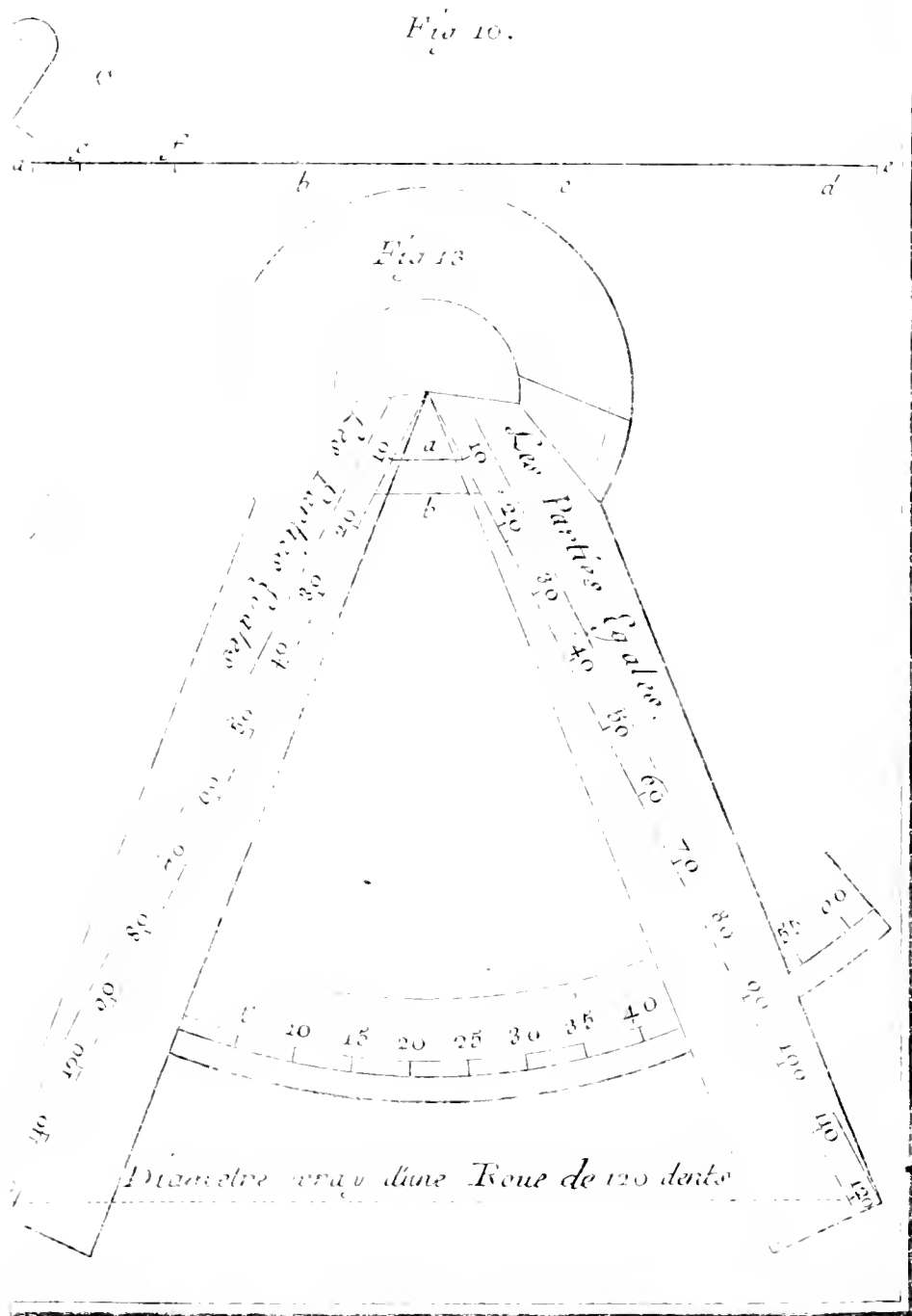






D

Fig 10.





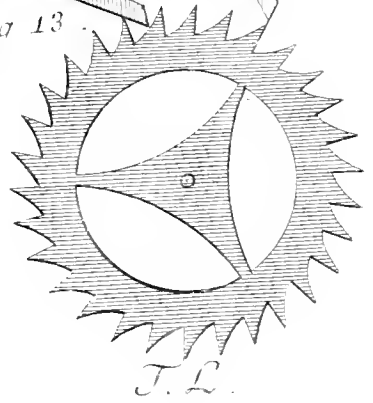
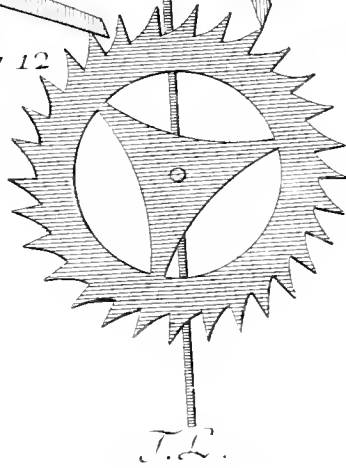
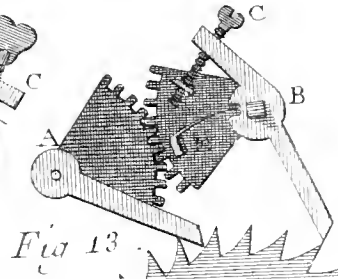
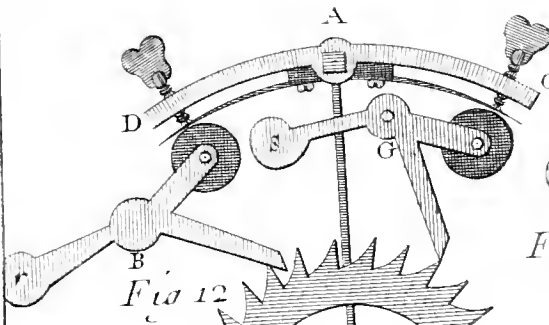
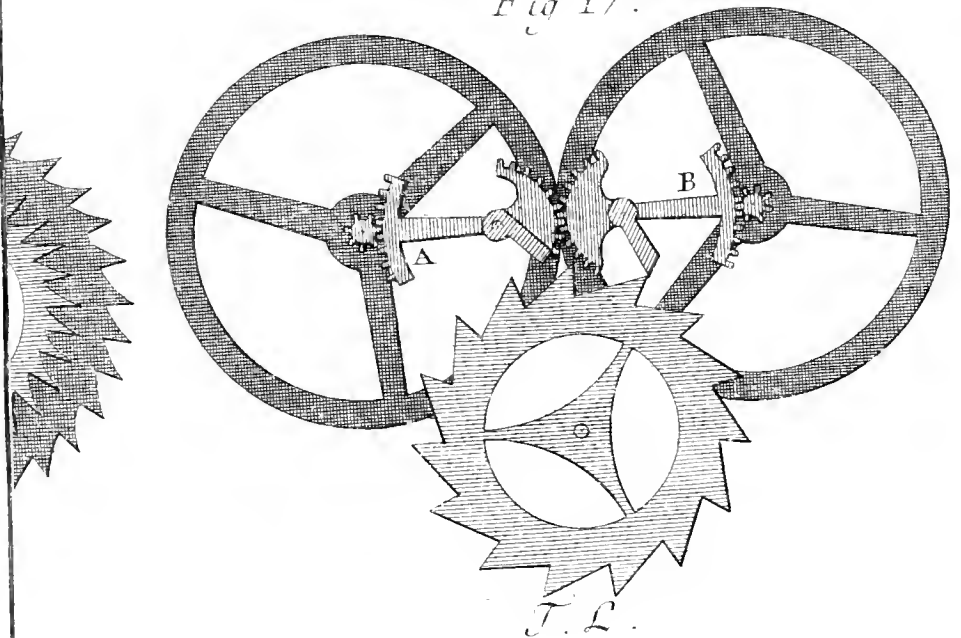
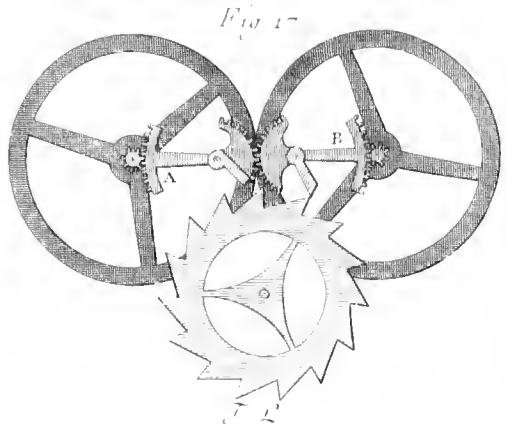
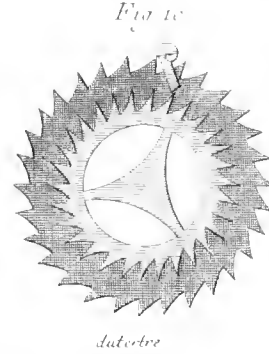
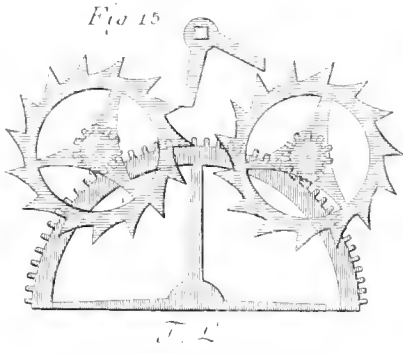
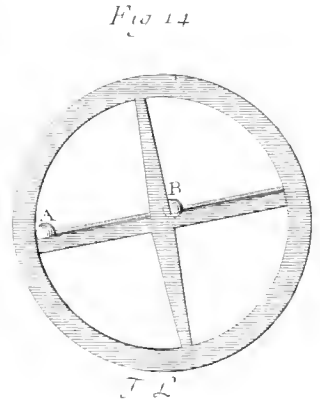
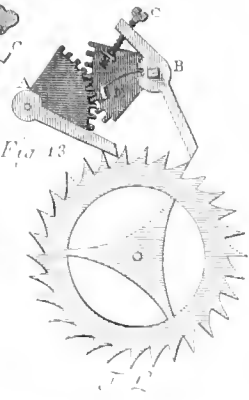
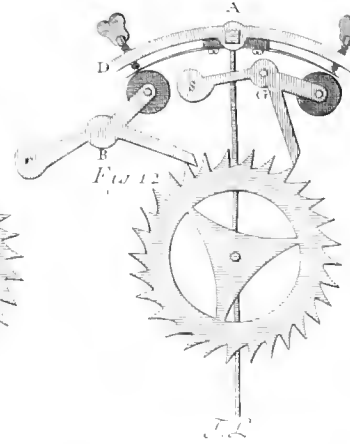
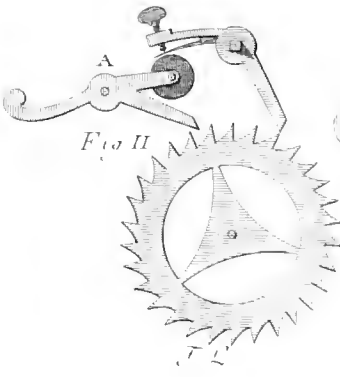
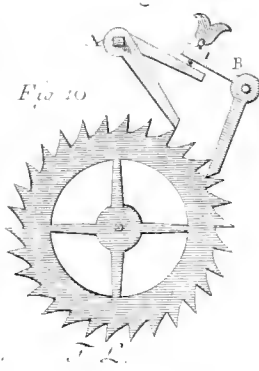
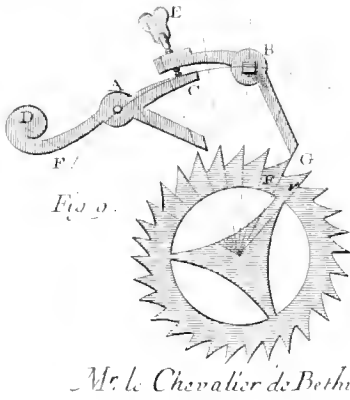


Fig 17.





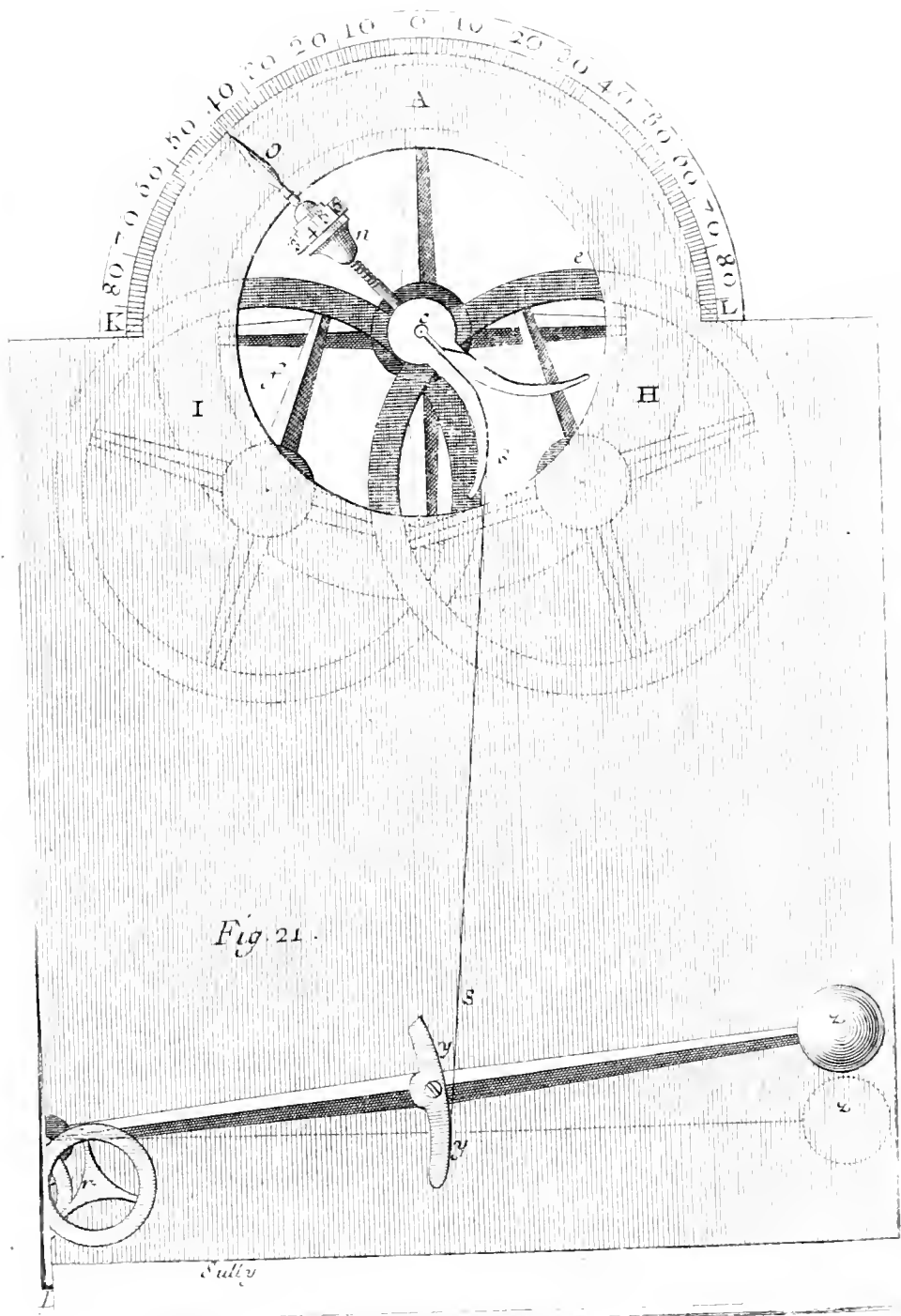


Fig. 21.

Sully

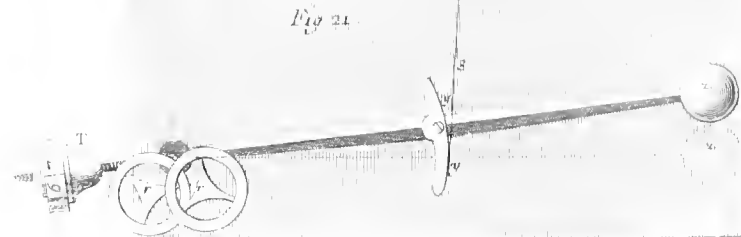
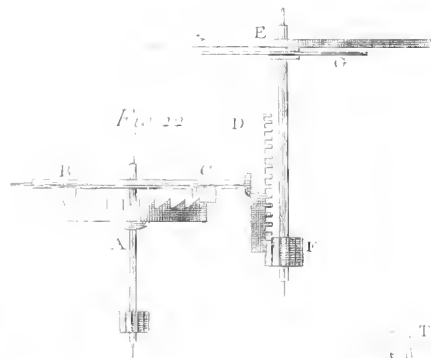
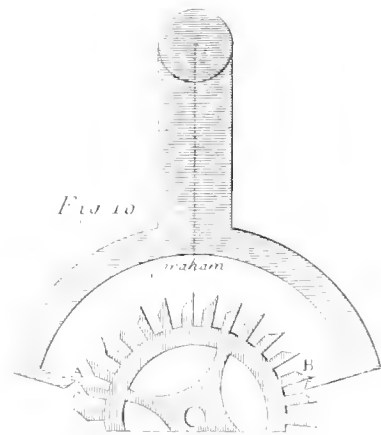
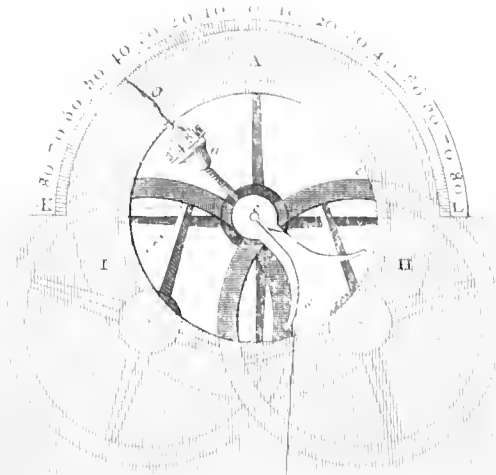
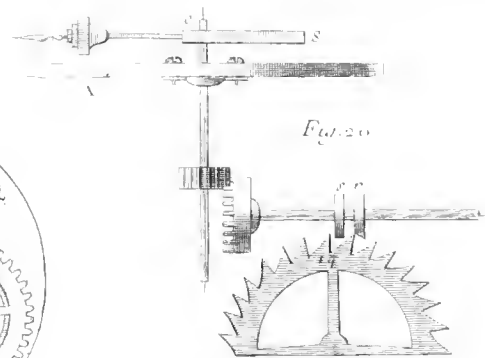
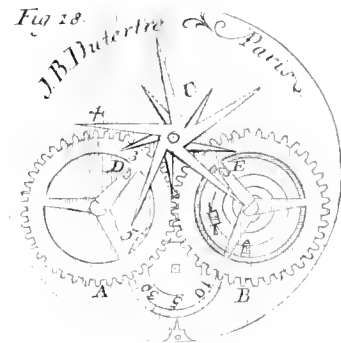
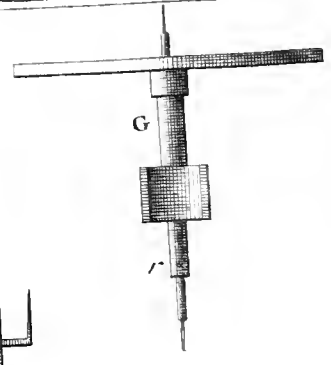
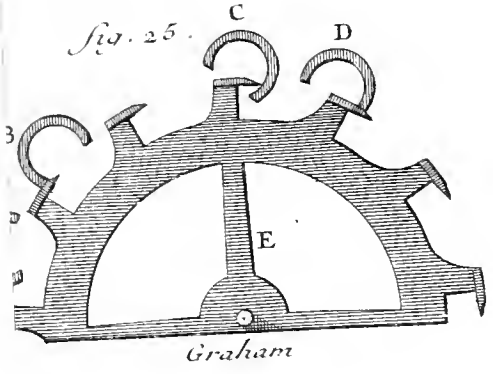




fig. 25.



7 32.

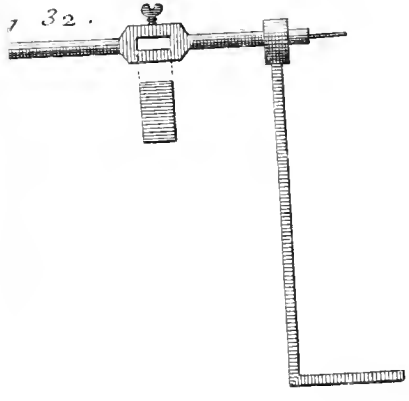
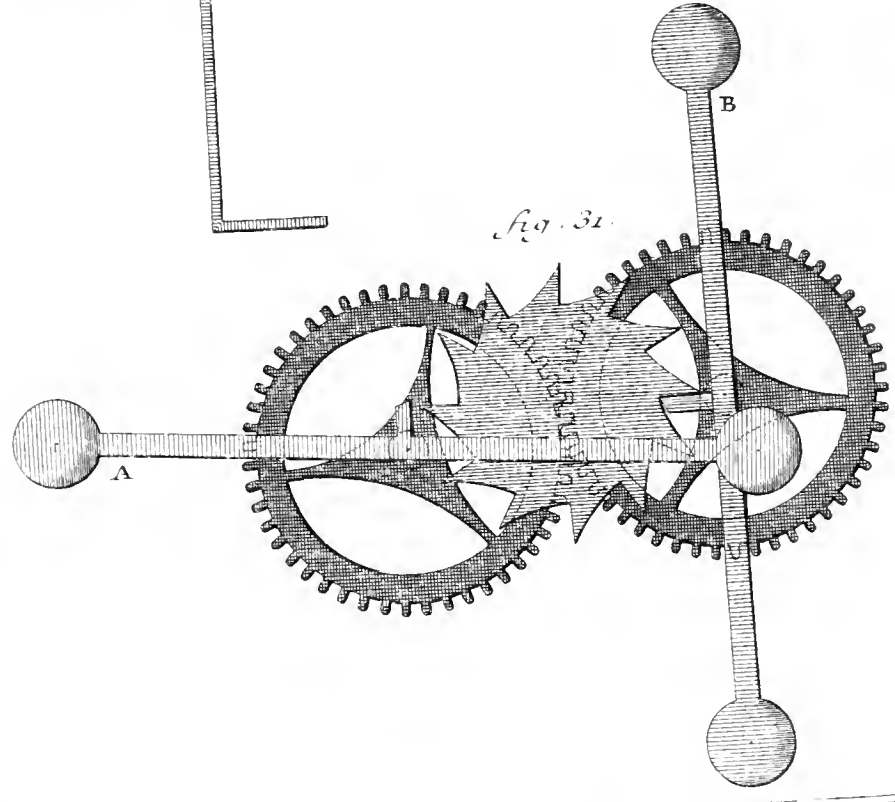
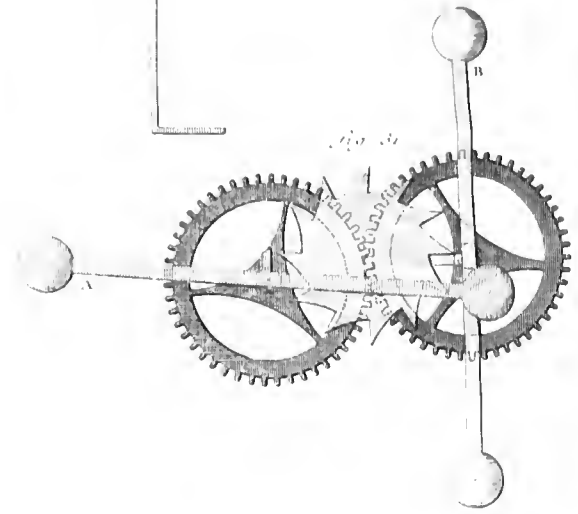
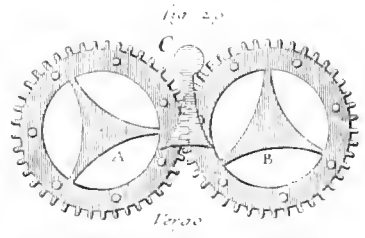
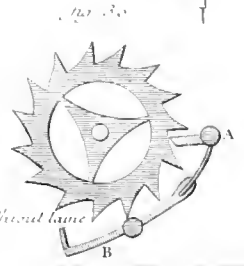
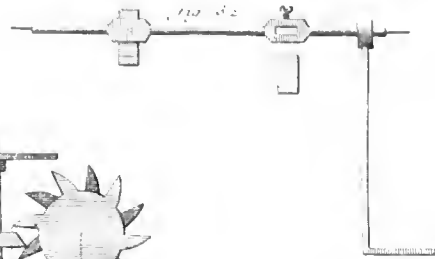
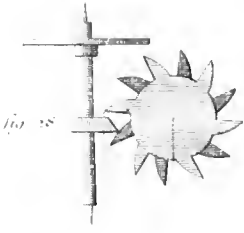
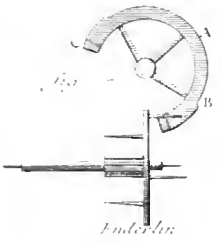
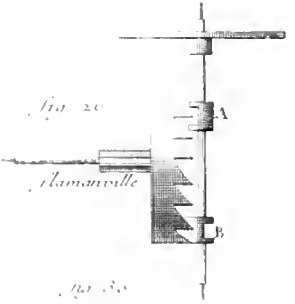
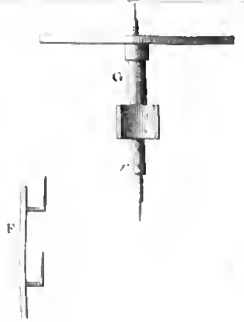
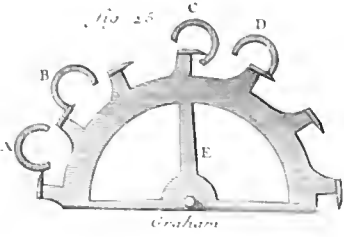
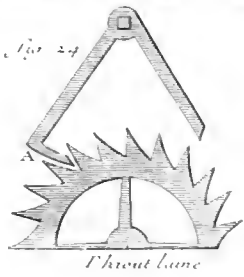
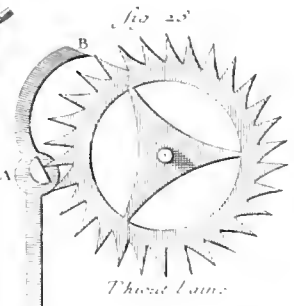
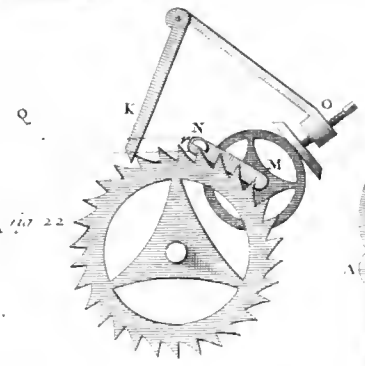
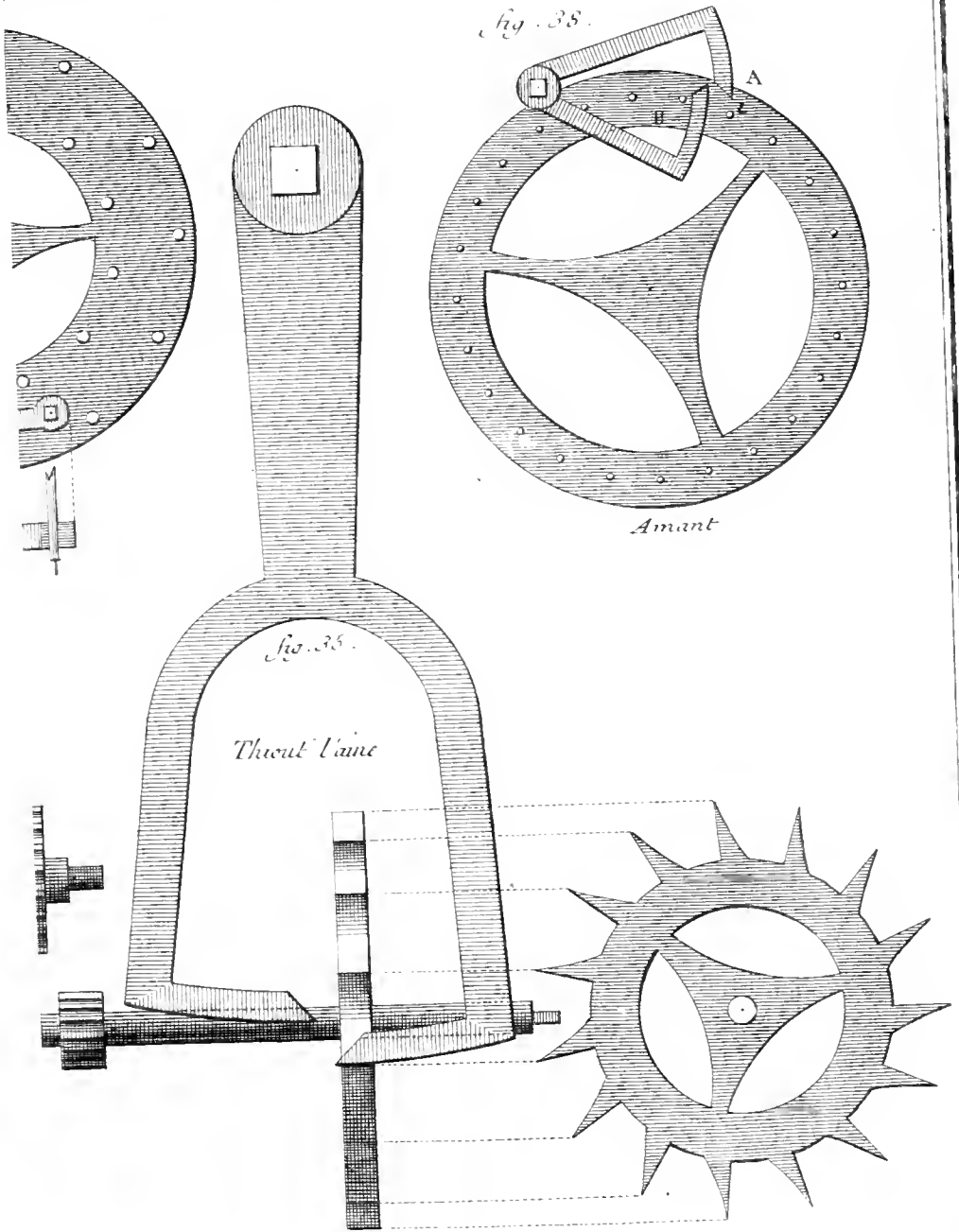
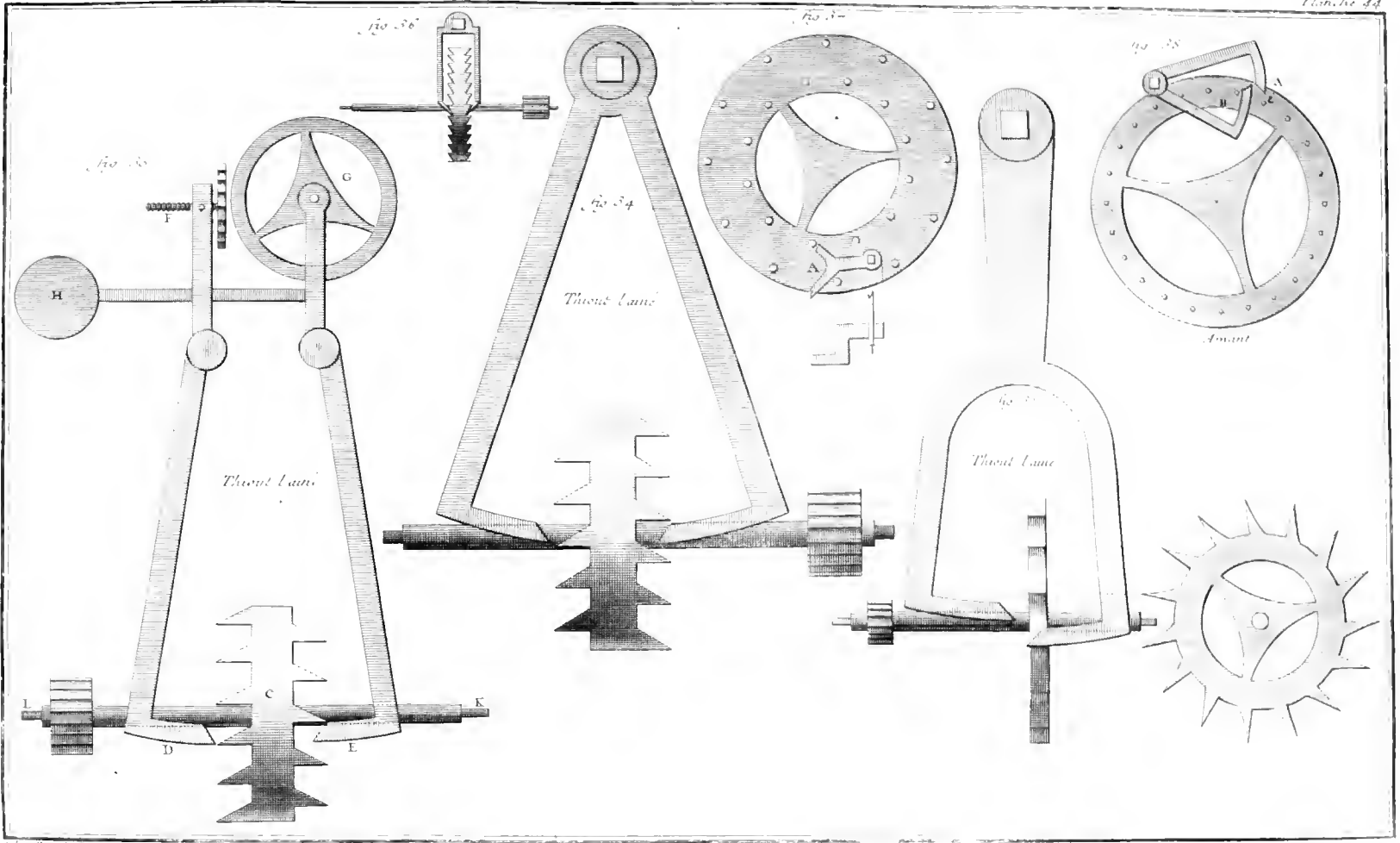


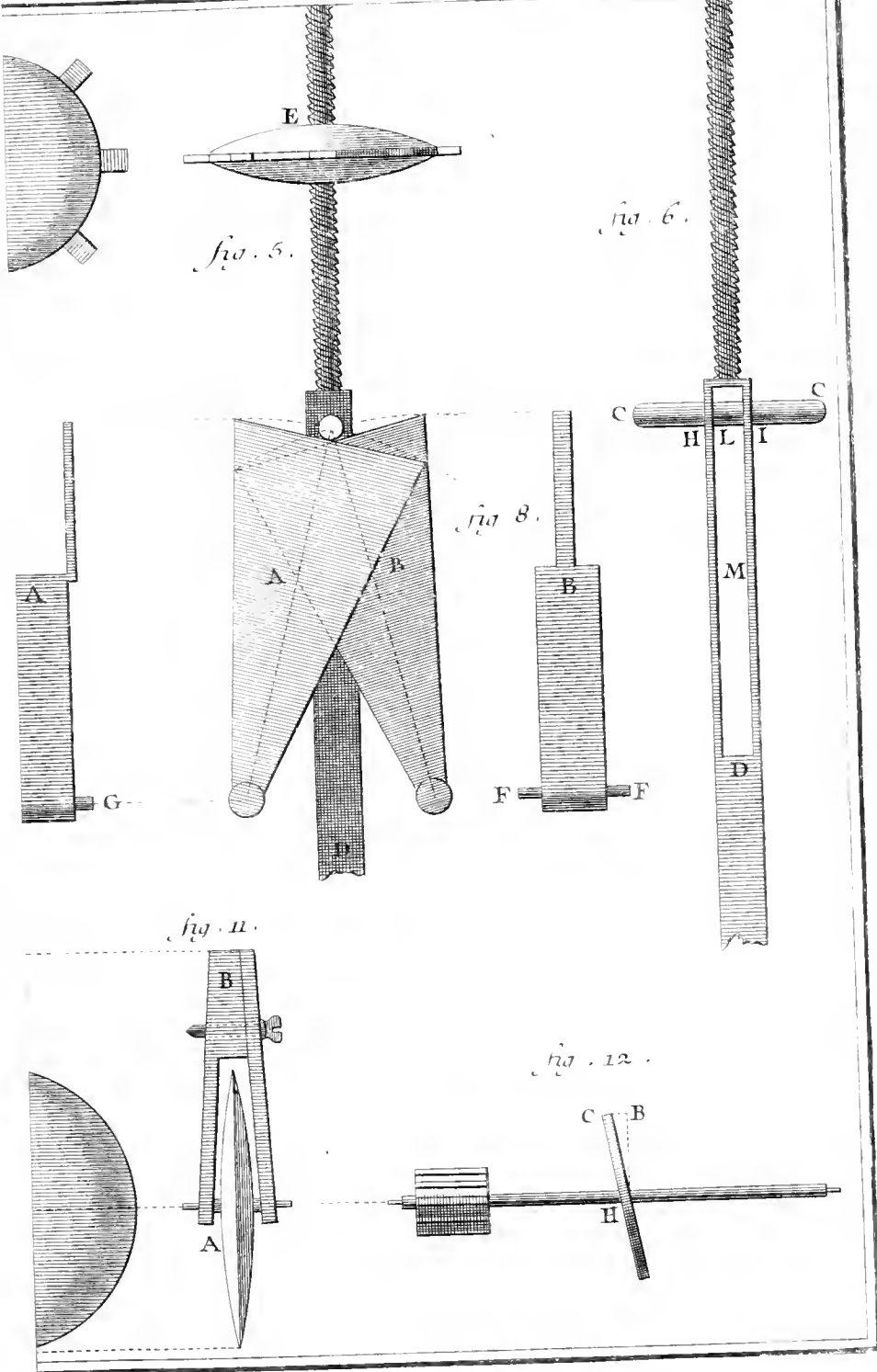
fig. 31.











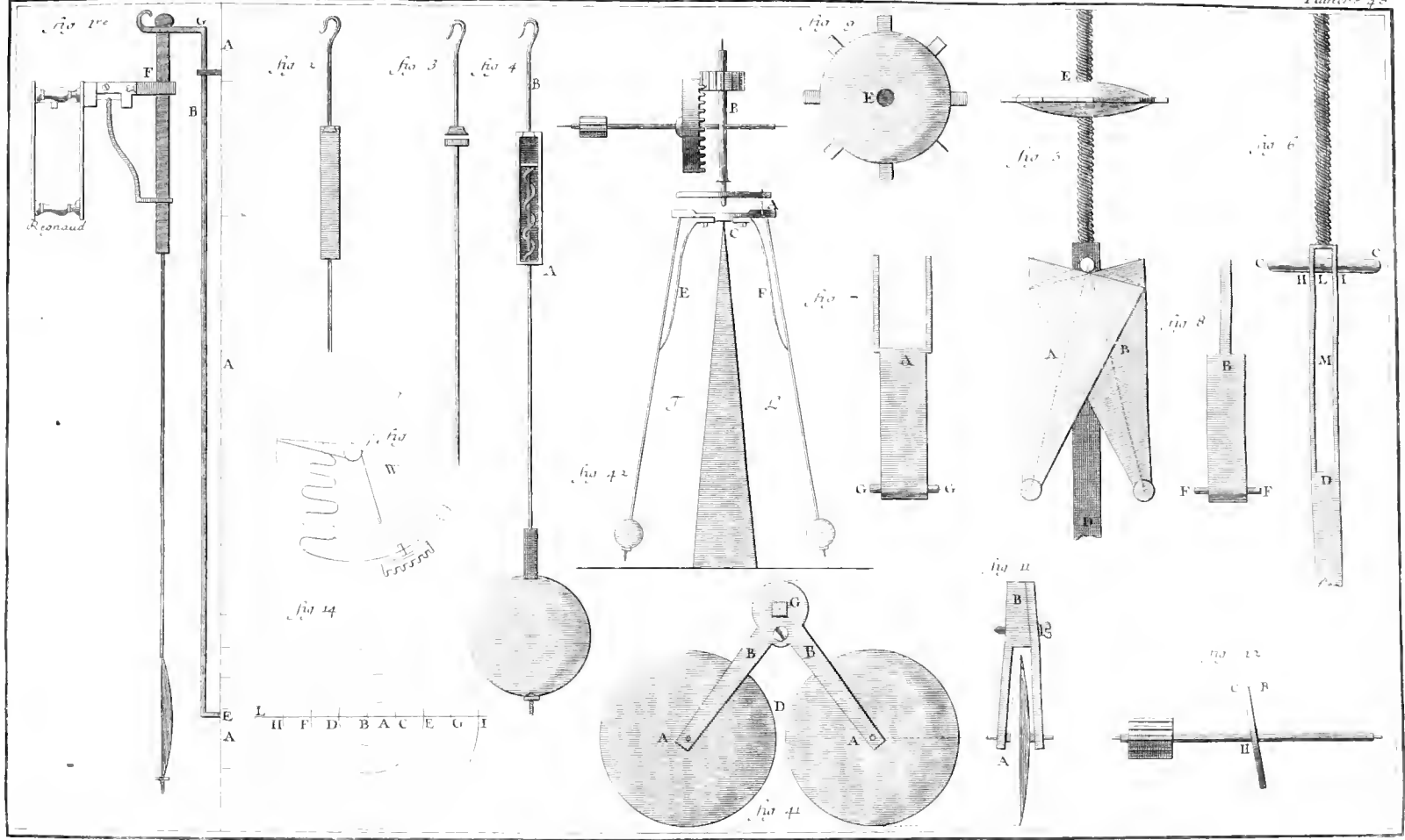


Fig 4.

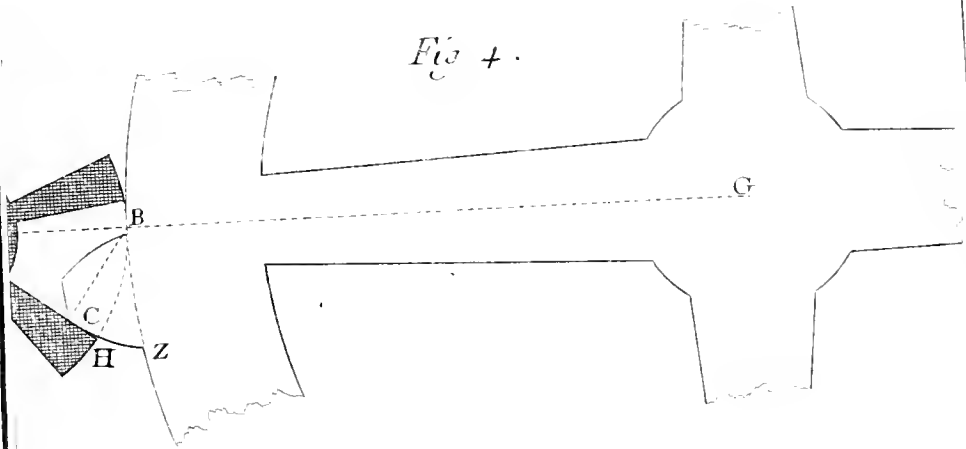
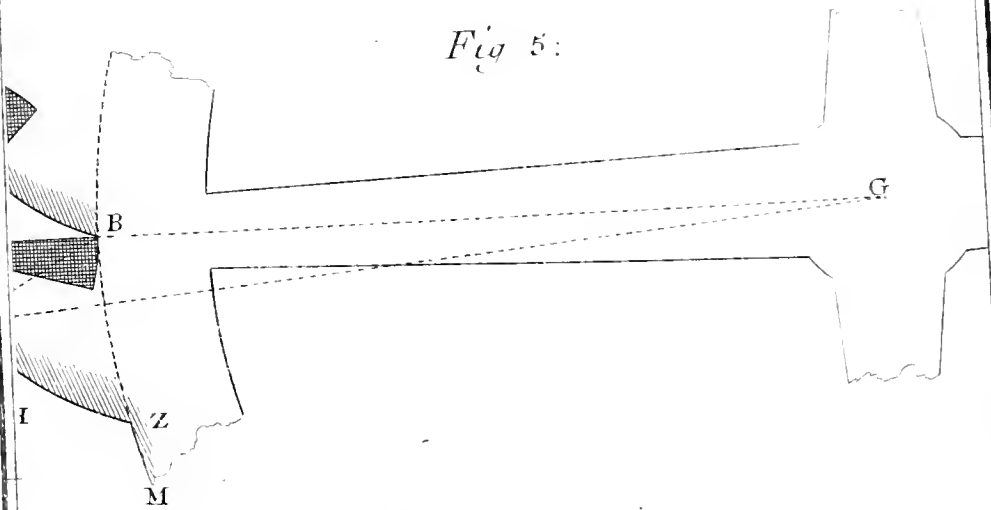
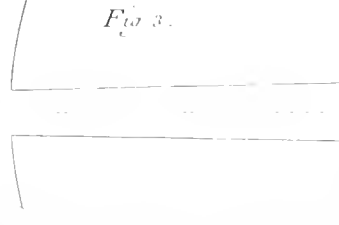
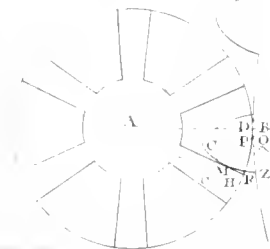
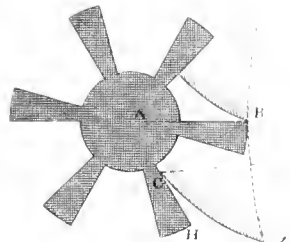
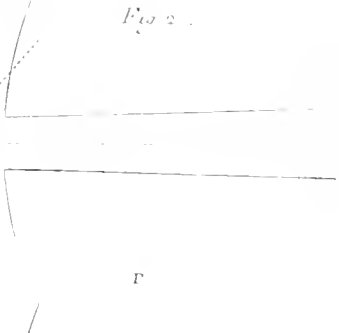
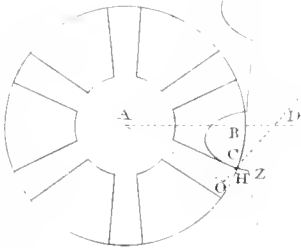
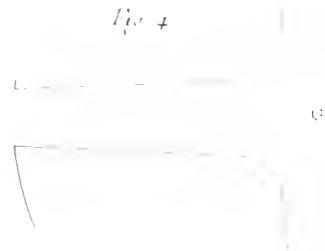
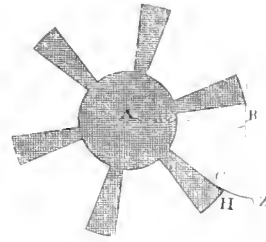
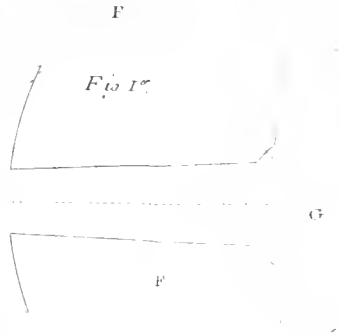
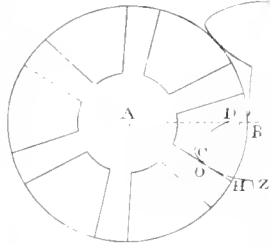


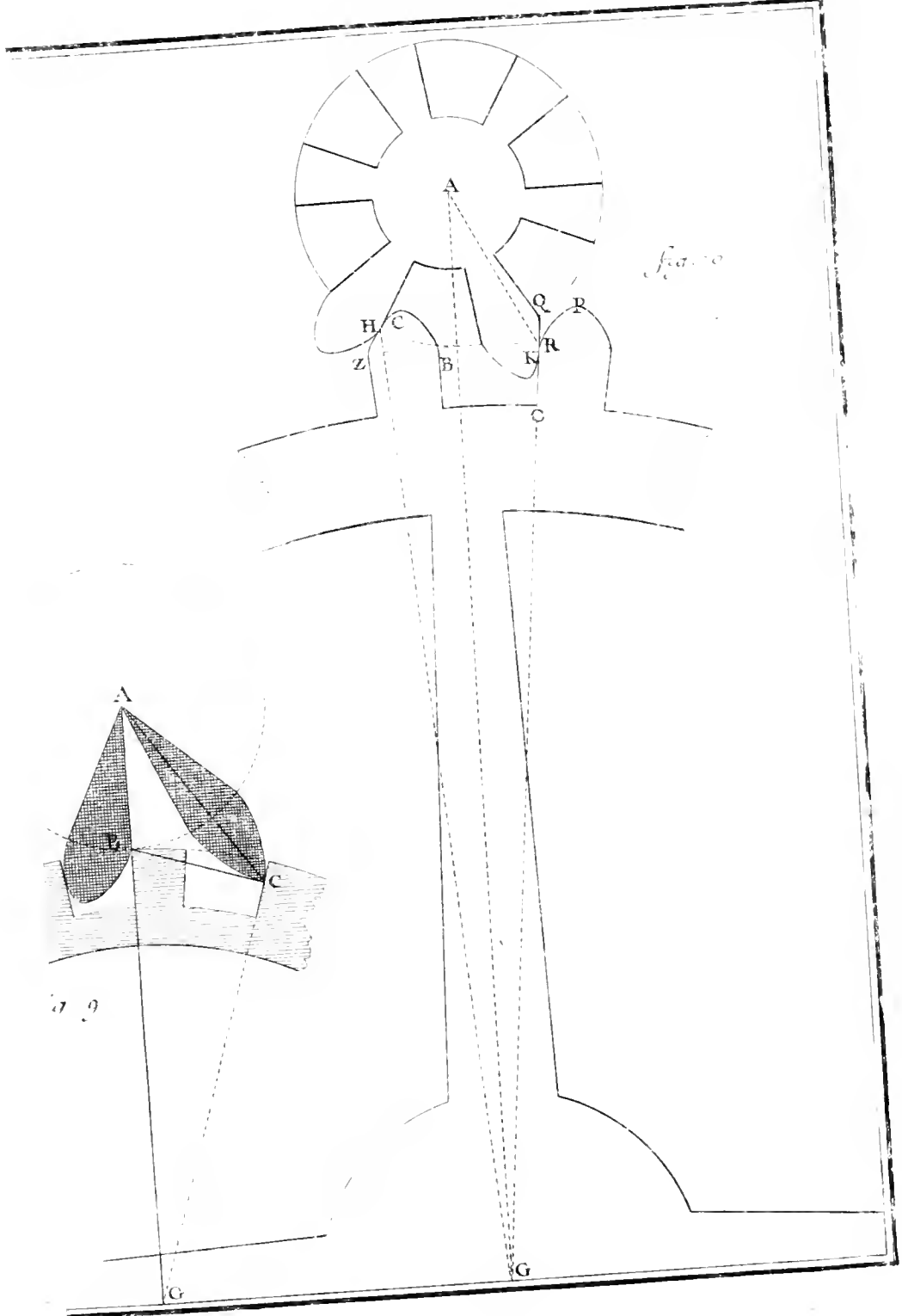
Fig 5:



D







T 1

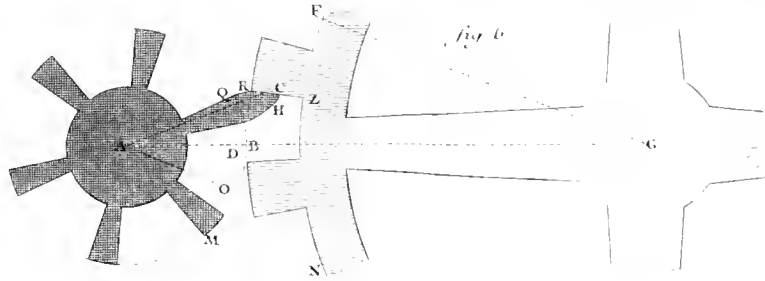


fig 6

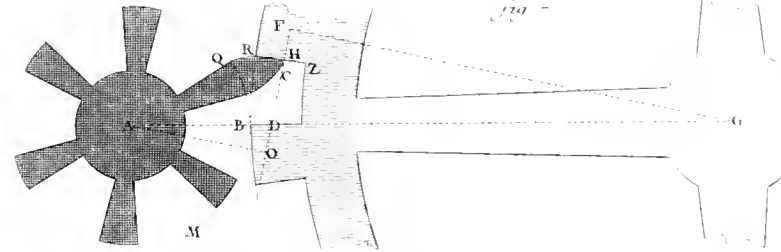


fig 7

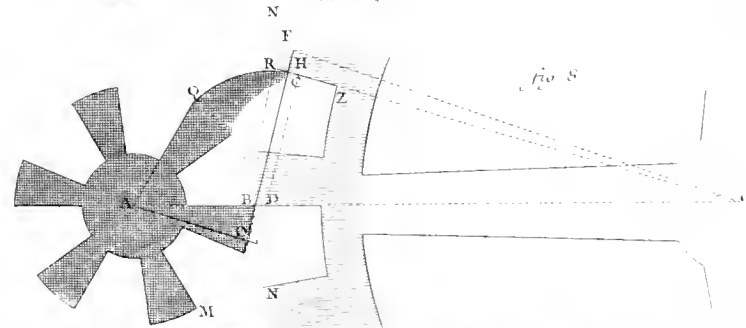


fig 8

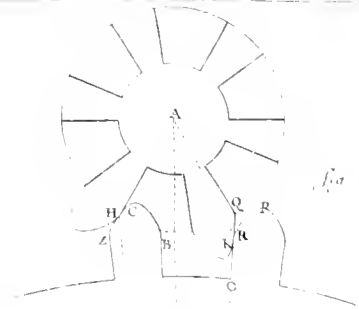


fig 9

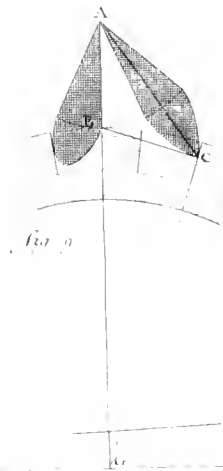


fig 10

fig. 8.

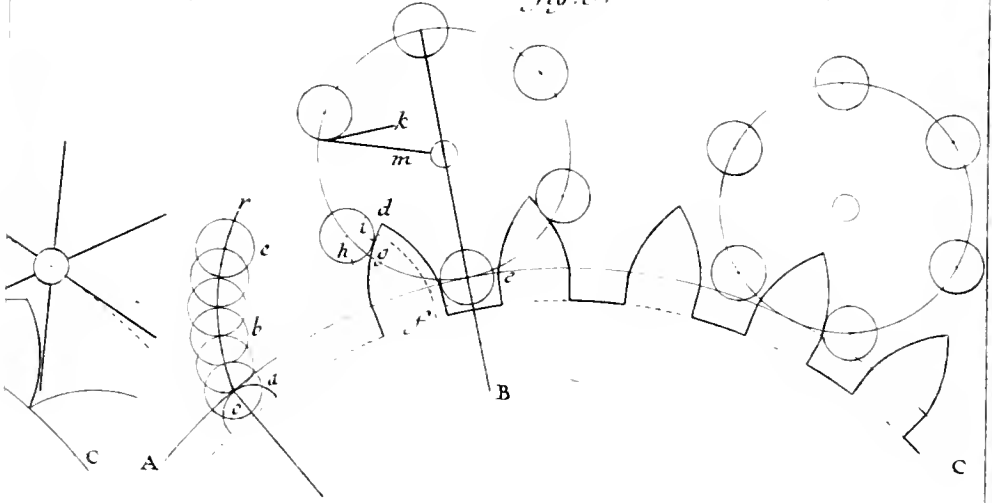
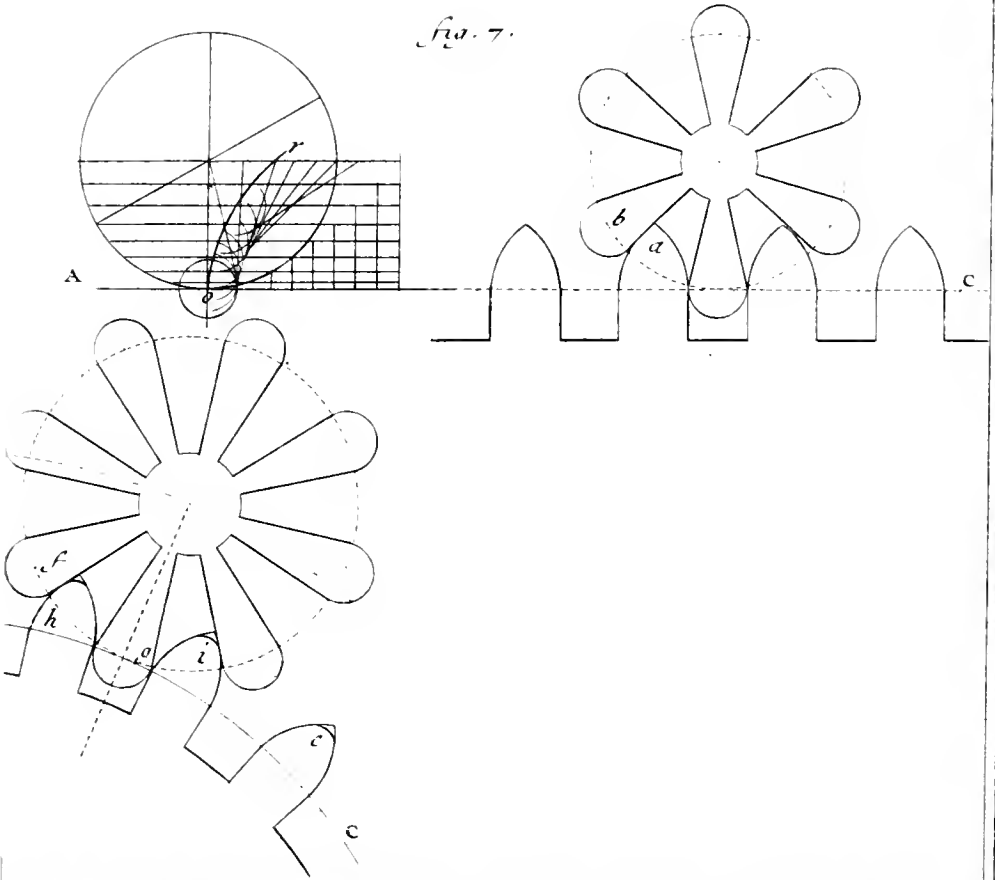
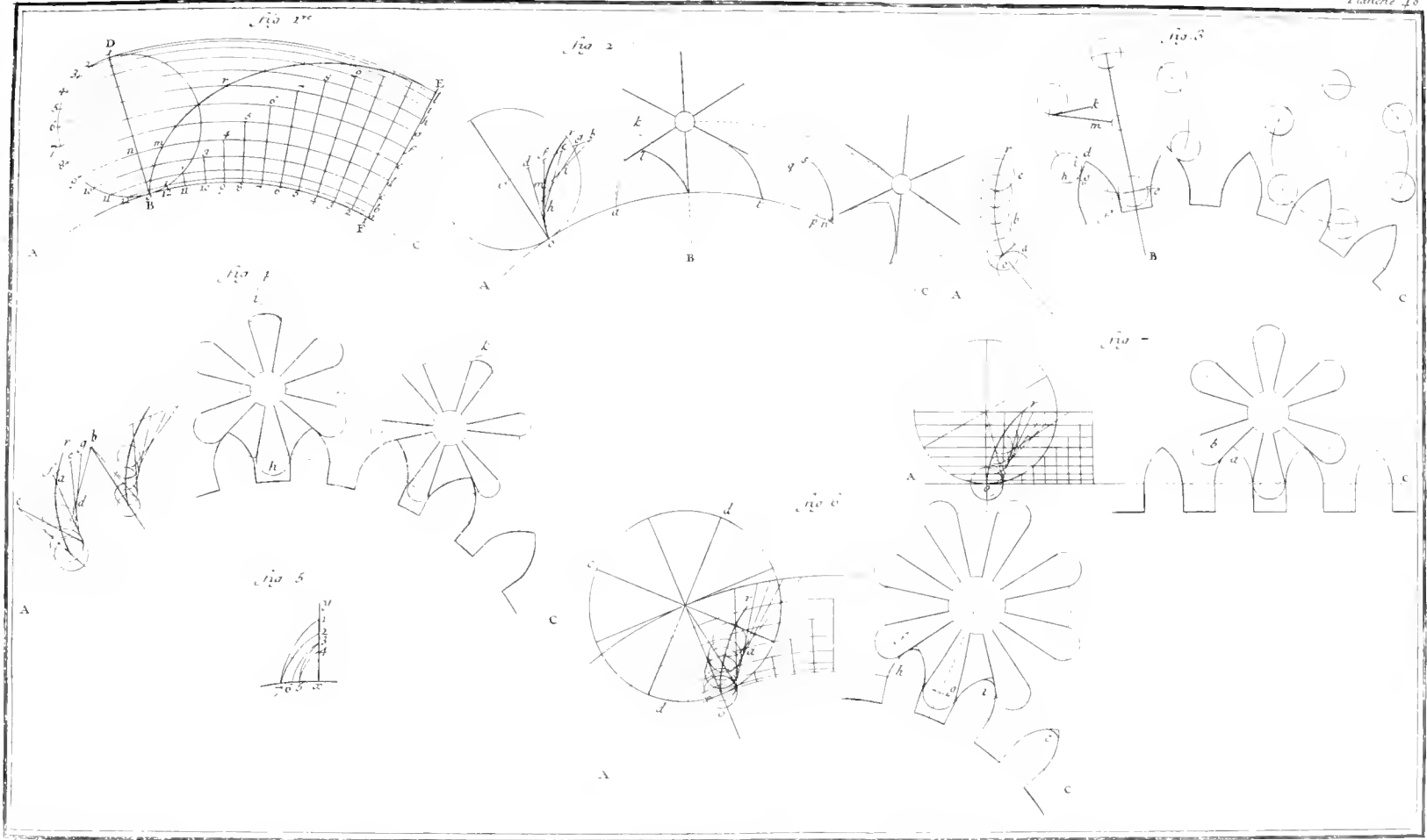
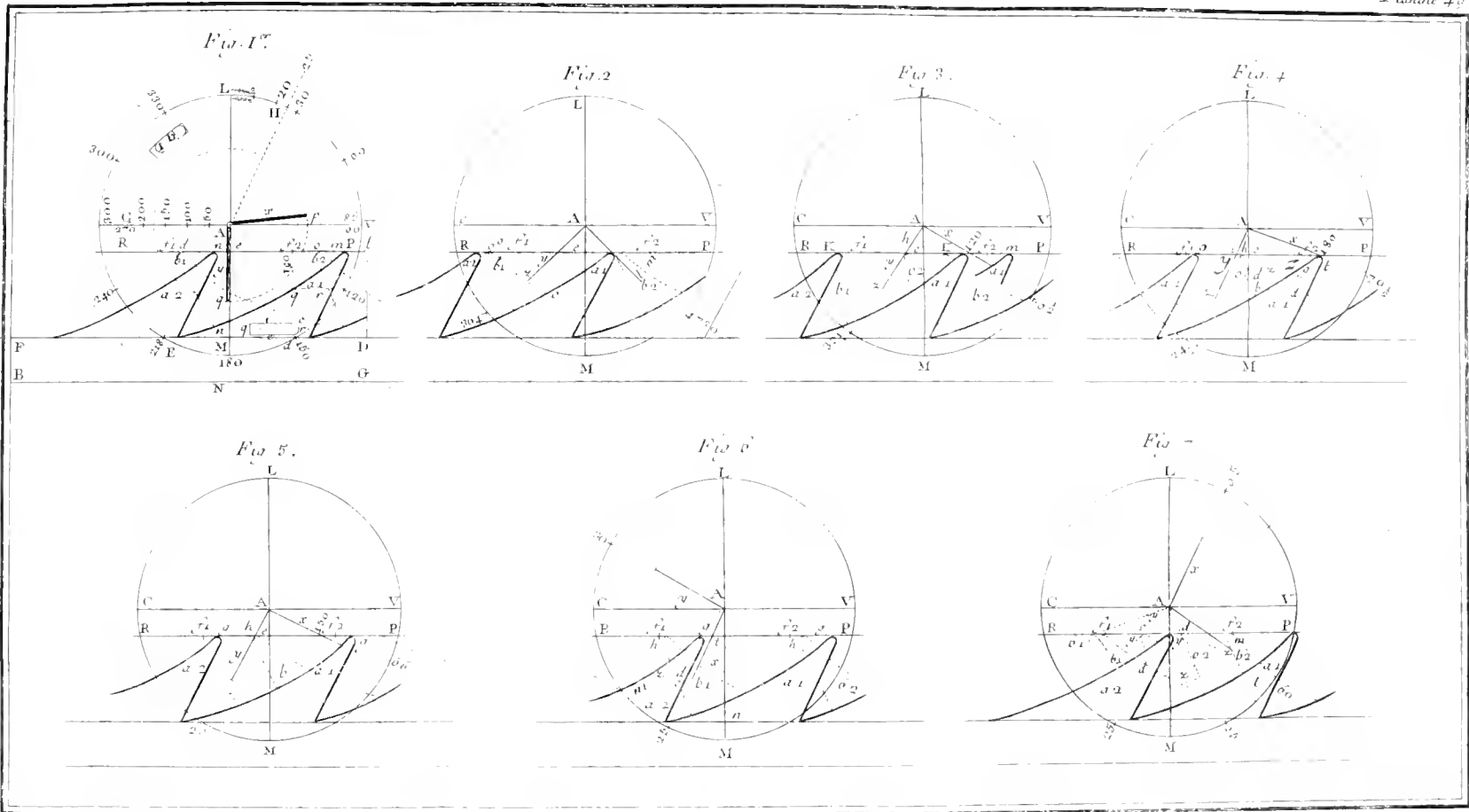


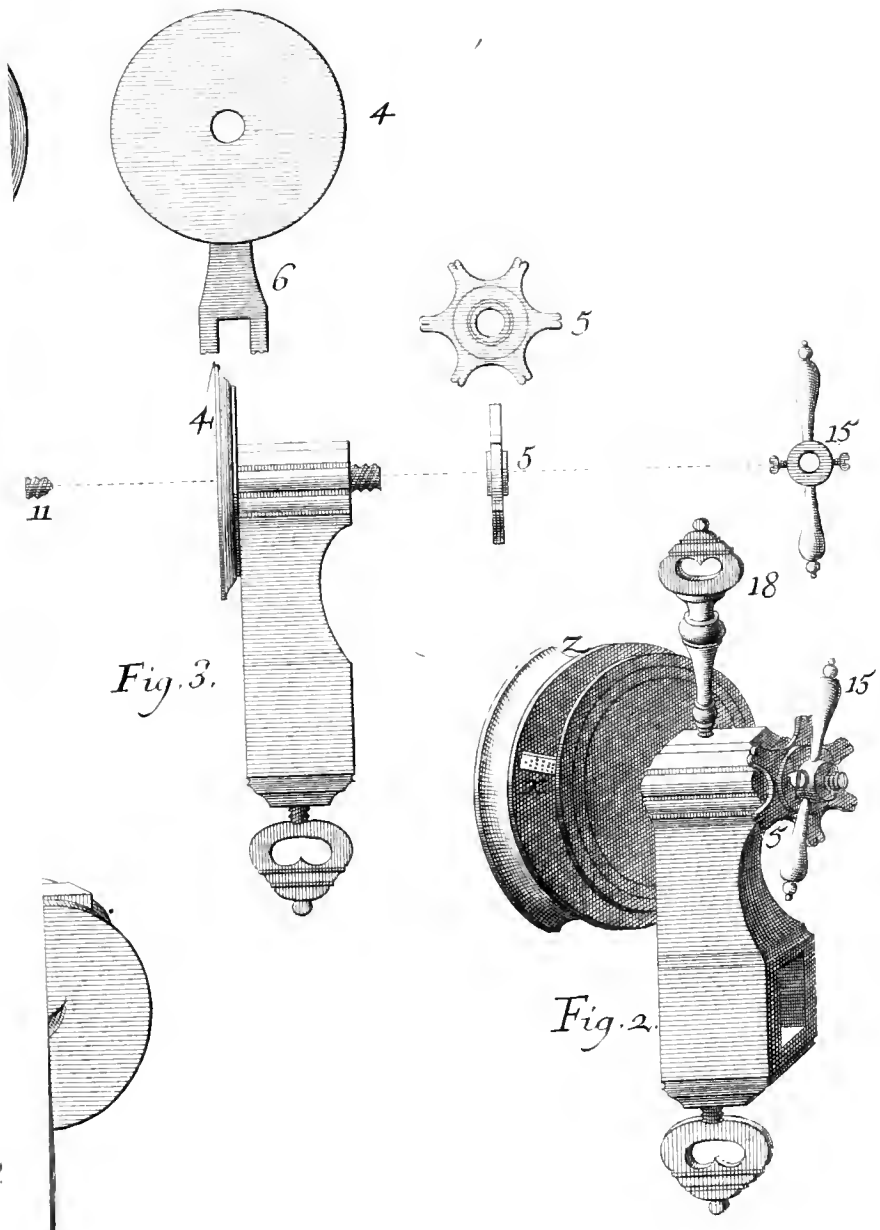
fig. 7.

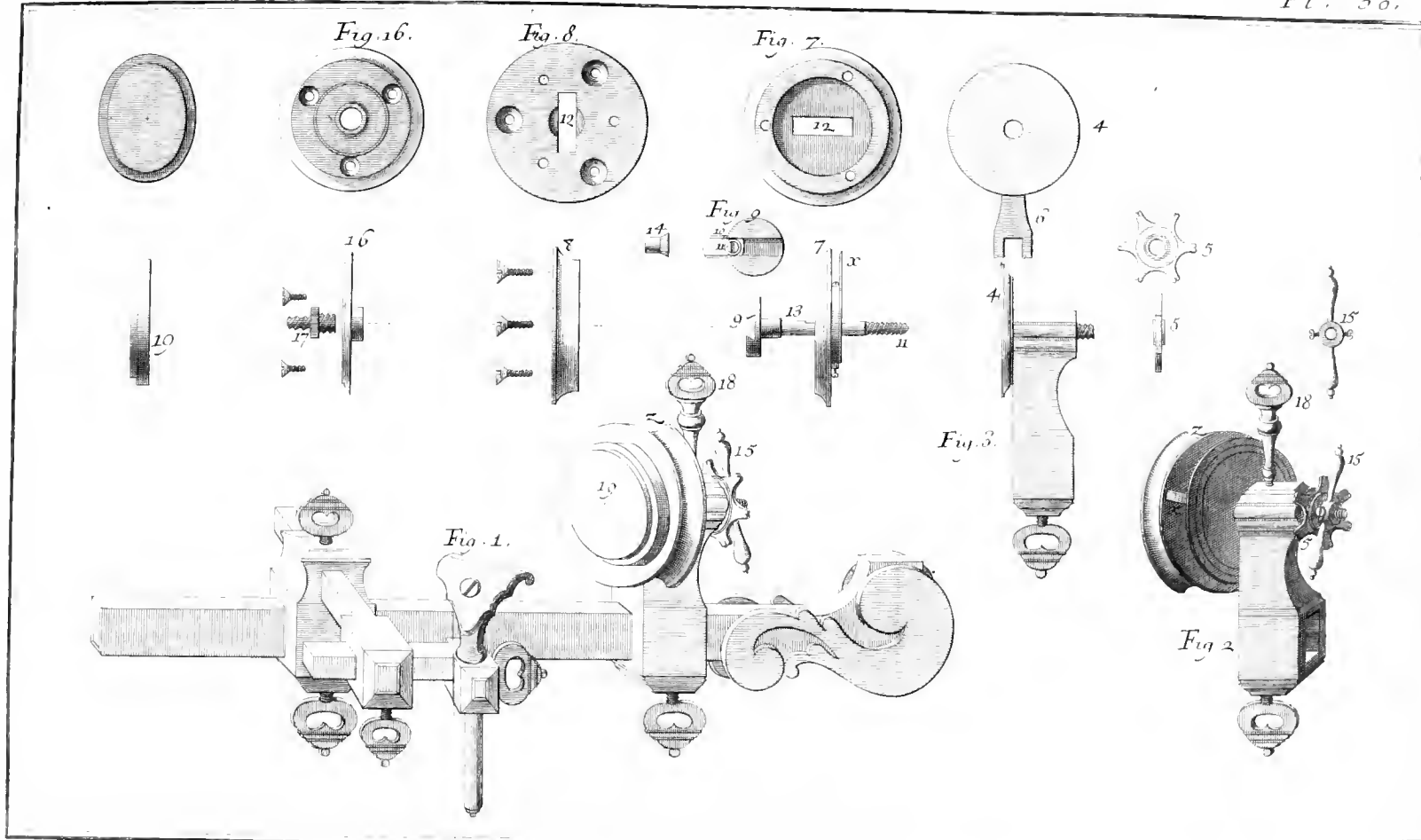








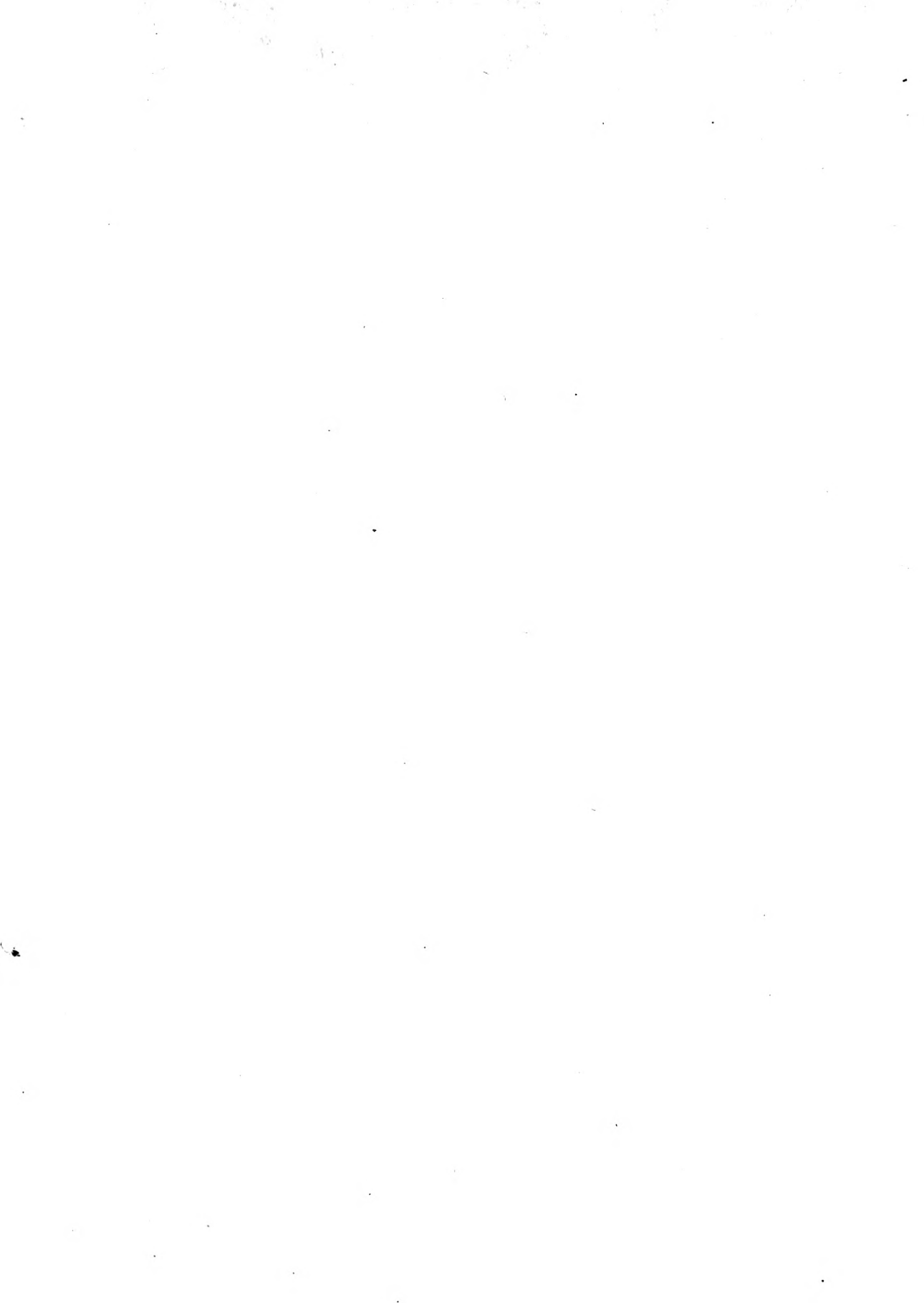






10/10/10

10/10



10/10/2011



